



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Incorporación de la Industria 4.0 en la Formación Profesional

Autor/es

HÉCTOR RUIZ MARTÍNEZ

Director/es

JUAN CARLOS SÁENZ DIEZ MURO

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario de Profesorado, especialidad Tecnología

Departamento

INGENIERÍA ELÉCTRICA

Curso académico

2019-20



Incorporación de la Industria 4.0 en la Formación Profesional, de HÉCTOR
RUIZ MARTÍNEZ

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative
Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los
titulares del copyright.

© El autor, 2020

© Universidad de La Rioja, 2020

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es

Trabajo de Fin de Máster

Incorporación de la Industria 4.0 en la Formación Profesional

Autor:

Héctor Ruiz Martínez

Tutor: Juan Carlos Sáenz Díez-Muro

MÁSTER:

Máster en Profesorado, Tecnología (M07A)

Escuela de Máster y Doctorado



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2019/2020





ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 INNOVACIÓN DOCENTE.....	7
1.2 INDUSTRIA 4.0	9
2. JUSTIFICACIÓN	13
2.1 REALIDAD LABORAL ACTUAL	13
2.2 MOTIVACIÓN E IMPORTANCIA EN LAS AULAS	15
3. OBJETIVOS	17
4. MARCO TEÓRICO	19
4.1 TEORÍAS DE APRENDIZAJE	19
4.2 EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	22
4.3 EL APRENDIZAJE EN EL AULA	23
5. ESTADO DE LA CUESTIÓN	25
6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA	31
6.1 NORMATIVA.....	31
6.2 OBJETIVOS.....	32
6.3 CONTENIDOS.....	33
6.3.1 <i>Impresión 3D</i>	33
6.3.1.1 Historia de la Impresión 3D.....	34
6.3.1.2 Funcionamiento de las Impresoras 3D	34
6.3.1.3 Tipos de Impresoras 3D.....	36
6.3.1.4 Materiales más utilizados en la impresión 3D	38
6.3.2 <i>Escaneado 3D</i>	38
6.3.2.1 Funcionamiento.....	39
6.3.2.2 Tipos de Escáner 3D	39
6.3.2.3 Ingeniería a la inversa.....	40
6.4 METODOLOGÍA	41
6.5 DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD.....	43
6.5.1 <i>Actividad práctica para Primer Curso</i>	44
6.5.2 <i>Actividad práctica para Segundo Curso</i>	48
6.6 RECURSOS Y MATERIALES NECESARIOS	52
6.7 CRITERIOS DE EVALUACIÓN	53
6.8 POSIBLES VÍAS PARA TRABAJOS FUTUROS.....	54
7. DISCUSIÓN.....	55



8.	CONCLUSIONES.....	57
9.	REFERENCIAS	59

RESUMEN

El trabajo Fin de Máster que se desarrollará a continuación, consiste en un trabajo de innovación educativa y docente, que tiene como objetivo la incorporación de la Industria 4.0, también denominada “Cuarta Revolución Industrial”, en las aulas de Formación Profesional.

Con ello se quiere desarrollar diferentes propuestas de aplicación en las aulas del Ciclo Formativo de Grado Superior de Diseño en Fabricación Mecánica con la incorporación de tecnologías relacionadas con la Industria 4.0 dentro de alguna de las unidades didácticas de los diferentes módulos profesionales, viendo cómo se ejecutan esas actividades y cuáles son los fines de enseñanza-aprendizaje que se buscan en el alumno.

Las metodologías en las que se basará el trabajo para poder llevar a cabo la incorporación de estos conceptos serán principalmente el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje cooperativo en grupos reducidos. Del mismo modo se pretenden complementar con la incorporación de charlas de profesionales y visitas a empresas que trabajan con estas tecnologías.

ABSTRACT

The Master's Thesis that will be developed next, consists of an educational innovation project, which aims to incorporate Industry 4.0, also called the "Fourth Industrial Revolution", in the Professional Training classrooms.

With this, we want to develop different application proposals in the classrooms of the Formative Cycle of Higher Grade of Design in Mechanical Manufacturing with the incorporation of technologies related to Industry 4.0 within some of the didactic units of the different professional modules, seeing how they are executed those activities and what are the teaching-learning purposes that are sought in the student.



The methodologies on which the work will be based in order to carry out the incorporation of these concepts will be mainly project-based learning and cooperative learning in small groups. In the same way, they are intended to complement with the incorporation of professional talks and visits to companies that work with these technologies.

1. INTRODUCCIÓN

Para poder introducirnos en el desarrollo del trabajo es importante explicar y contextualizar los conceptos en torno a los cuales se van a agrupar los diferentes puntos que se van a tratar. Por un lado es importante indicar que es lo que entendemos por innovación docente y por otro lado comprender que es lo que significa y supone hoy en día la Industria 4.0.

1.1 Innovación Docente

Comenzando por el concepto de innovación docente, podemos encontrar diferentes definiciones, en este trabajo nos quedaremos con la explicada durante la asignatura de Innovación docente e iniciación a la Investigación educativa cursada durante el Máster. En ella se dice que la innovación docente es la incorporación sistemática y planificada de prácticas transformadoras orientadas a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula.

A este concepto le acompañan una serie de objetivos para poder llevarlo a cabo. Algunos de estos objetivos serían los siguientes:

- Promover actitudes positivas hacia el cambio y sus implicaciones
- Crear espacios para identificar, valorar, sistematizar, normalizar, aplicar y difundir las experiencias novedosas que contribuyan a la solución de los problemas educativos.
- Animar el desarrollo de propuestas educativas válidas que respondan a la realidad.
- Promover transformaciones curriculares flexibles, creativas y participativas.
- Aplicar teorías, procesos, métodos y técnicas válidas congruentes con las necesidades de la institución.

La rápida evolución que sufre la sociedad hoy en día obliga a los centros educativos y a los docentes a innovar, tanto a nivel de metodologías como a nivel de contenidos. Esta innovación debe ir desde las propias reformas hechas por los gobiernos, atendiendo a las necesidades reales de las empresas y la

vida diaria de los ciudadanos, hasta la innovación educativa de centros y docentes para lograr que los alumnos puedan alcanzar los objetivos marcados de la manera más eficiente y correcta posible.

Todo esto nos lleva a la necesidad de ahondar en el concepto de innovación docente, haciendo mención de los diferentes tipos que existen y que se explican brevemente a continuación:

- Innovación curricular: basada en el desarrollo y concreción del currículo y centrada en los objetivos y contenidos. Se trata de un proceso sistemáticamente planificado y dirigido a revisar, reconstruir, transformar y, en suma, mejorar el currículo que ofrecen las escuelas al alumnado.
- Innovación pedagógica: esta innovación está basada en la implementación de estrategias pedagógicas nuevas y metodologías referidas a cómo enseñar.
- Innovación evaluativa: se basa en la introducción de nuevos métodos y recursos utilizados para evaluar los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Innovación TIC: basada en la utilización de los nuevos recursos tecnológicos disponibles en el ámbito educativo, lo que supone una experimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la utilización de los nuevos recursos relacionados con las TIC. La incorporación de las TIC ha supuesto también una innovación en la metodología de enseñanza-aprendizaje.

Lo que se plantea en este trabajo es la aplicación de algunas de estas innovaciones docentes con el objetivo de mejorar los contenidos impartidos a los alumnos de Formación Profesional mediante la incorporación de las TIC, a través de la Industria 4.0 y con ello lograr una mayor efectividad en la asimilación de los conceptos a la vez que se trata de conseguir una mayor motivación, dado que se quiere dar un enfoque real de las aplicaciones de los diferentes conocimientos.

Por ello en este caso se trabaja con la innovación curricular, pues lo que se pretende es incorporar contenidos que hasta el momento no aparecen en los currículos, como son las diferentes aplicaciones que puede tener a Industria 4.0, ya sea aprender el manejo de una Impresora 3D, un scanner 3D, mantenimientos predictivos con nuevas tecnologías, manejo de softwares para llevar a cabo simulaciones con elementos finitos, etc. y por otro lado para poder lograrlo implica la aplicación de la innovación pedagógica y TIC, pues se utilizarán nuevas tecnologías a la vez que ello nos llevará a la incorporación de nuevas metodologías como son el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en proyectos como se verá más adelante.

1.2 Industria 4.0

Antes de comenzar con la justificación del trabajo es importante conocer a qué nos referimos por industria 4.0 en el contexto actual y que oportunidades nos ofrece a nivel educativo de cara al futuro laboral de nuestros alumnos.

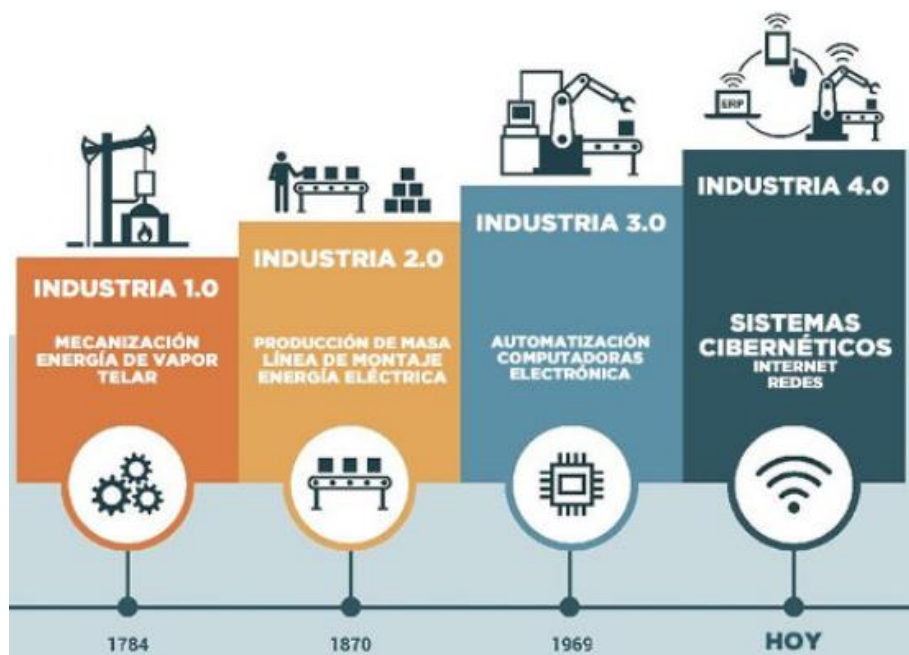


Figura 1. Evolución Industrial

Fuente: <http://luepon.com/2019/03/industria-4-0-para-luepon-la-impresion-3d-como-herramienta-fundamental-en-la-cuarta-revolucion-industrial/>

Con la Figura 1 se quiere exponer brevemente la evolución que ha tenido el mundo Industrial hasta llegar a lo que hoy conocemos como Industria 4.0. Desde la Invención de la Máquina de Vapor en 1784 y que sería la Primera

Revolución Industrial, posteriormente con la aparición de la producción en cadena en 1870 que sería la Segunda Revolución Industrial, en 1969 la aparición de la Electrónica y las Tecnología de la Información generaron una mayor automatización de la Industria lo que supuso una Tercera Revolución Industrial y en los últimos años estamos hablando de una Cuarta Revolución Industrial con la aparición de los sistemas Ciber-físicos, Internet de las Cosas, Big Data, Impresión 3D, Inteligencia artificial generando una interconexión cada vez mayor de todo el proceso productivo de las industrias.

De modo que la industria 4.0 hace referencia a lo que se conoce como Cuarta Revolución Industrial, que aparece con la evolución tecnológica impulsada por el desarrollo de sistemas ciberconectados, generando una relación entre los mundos virtual y físico. Todo esto ayuda a una gran integración de objetos, información y personas, que genera un salto cualitativo en la producción y uso de bienes y servicios.

De acuerdo a lo publicado en ASPROME (2019), este concepto de Industria 4.0 aparece en Alemania durante la presentación del documento de “Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0”, publicado por Acatech en abril de 2013, respondiendo a la estrategia dual alemana que sigue buscando liderar la oferta de equipos y soluciones para la producción industrial y su aplicación en entornos industriales mediante la integración de la cadenas de valor y la digitalización de todo el proceso productivo. Desde este momento otros países y regiones de Europa comenzaron a trabajar en estos conceptos para poder aprovechar las oportunidades que ofrecía este escenario.

Ante este nuevo panorama industrial el ámbito educativo debe adaptarse y actualizarse si quiere que sus alumnos salgan correctamente preparados ante la nueva demanda de puestos de trabajo especializados que se avecinan. Ejemplos de estas tecnologías novedosas como se ha mencionado son: internet de las cosas (IoT), la robótica colaborativa, la inteligencia artificial, la realidad aumentada, la impresión 3D, el big data, etc.

De modo que en este punto nos surge la duda de cómo puede aprender el Sistema Educativo de la Industria 4.0. En la Industria 4.0 el conocimiento es

necesario pero no suficiente. Todos los razonamientos y contenidos deben estar directamente conectados con el mundo real a través de proyectos y aplicaciones reales.

Tanto la universidad, como los centros educativos deben incorporar estas metodologías de aprendizaje en las que tanto los alumnos como los profesores colaboran para diseñar proyectos para la vida real, trabajando en equipo durante semanas o incluso meses. Cada proyecto debe estar conectado con el mundo real del trabajo y dar pie a un producto real que vaya dirigido a una audiencia.

Por otro lado y centrándonos en el contexto de desarrollo del trabajo, si la formación profesional ha de tener características diferentes e incorporar nuevos conocimientos transversales, también deberá cambiar la formación de los y las formadoras, así como la regulación de la capacidad para la docencia. Una posible opción es que las empresas puedan habilitar mecanismos de formación, pero será necesario que la administración flexibilice y acompañe las estancias del profesorado.

Sería significativo que profesionales en activo se pudieran capacitar para formar en módulos concretos que permitieran aportar la actualidad del sector en el centro.

En este aspecto, reflexionando sobre el papel de las diversas administraciones que en materia de FP e Industria 4.0 deberían liderar de forma proactiva un marco común de referencia, diversos autores como Pinedo Jara (2017) proponen elaborar un catálogo de buenas prácticas de los centros de FP, tanto respecto a metodologías docentes como sobre modelos de relación con la industria y las empresas, así como un programa de actividades de orientación y para acercar al profesorado y al alumnado a la realidad de los sectores.

Apunta también el mismo autor, que sería aconsejable acercar el conocimiento de las tecnologías 4.0 a las escuelas de primaria y secundaria para que los niños y niñas empiecen a interesarse y adquirir competencias tecnológicas.

La industria, debido a la evolución tecnológica, demanda cada vez más perfiles híbridos en sus puestos de trabajo. Esto evidencia la necesidad de ofertar también diferentes fórmulas académicas tanto en los estudios superiores como en los de formación profesional. Dobles titularidades o itinerarios formativos complementarios son posibles opciones.

Por tanto se llega a la conclusión de la necesidad de innovar en las aulas para facilitar el aprendizaje de los alumnos, es por ello que la responsabilidad radica en conseguir que los profesores se conviertan en innovadores.

Es por eso que siguiendo todo lo comentado en este apartado, se cree en la necesidad de profundizar en una rama específica de innovación que pueda llevarse a cabo en el día a día de la enseñanza educativa y aporte valor a los alumnos para la búsqueda de la motivación y una mayor y mejor preparación en consonancia con los avances de la sociedad.

2. JUSTIFICACIÓN

La idea de llevar a cabo este trabajo surgió durante la realización de mis Prácticas del Máster en el I.E.S. Inventor Cosme García en el Ciclo Formativo de Grado Superior de Diseño en Fabricación Mecánica y está enfocada hacia dos ideas como son la realidad laboral actual y la motivación de los alumnos.

2.1 Realidad laboral actual

Dado que actualmente formo parte del mundo laboral en la Industria y conozco la evolución y planificación tecnológica que se está produciendo, principalmente a nivel de transformación digital, he llevado a cabo el análisis de las Diferentes Fichas Técnicas tanto de este módulo como del resto de módulos de Grado Medio y Grado Superior. En este punto he podido observar que prácticamente la totalidad de estos módulos siguen manteniendo el sistema de enseñanza tradicional, sin adaptarse a la realidad actual y que conocemos como la Cuarta Revolución Industrial, “La Industria 4.0”

A parte de lo que todos conocemos promovido por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de “El Programa Escuela 2.0” que se llevó a cabo en 2009 donde se promovía la integración en los centros educativos de la TIC a nivel de aulas Digitales, garantizar la conectividad a Internet, promover la formación del profesorado en aspectos tecnológicos, etc, la evolución del mundo industrial y el educativo no han ido de la mano, lo que ha generado los problemas actuales de falta de profesionales preparados.

Es cierto que se han integrado obligatoriamente en los currículos el trabajo con softwares de diseño 3D, pero lo que la realidad laboral nos pide en la actualidad es ir un paso más allá e introducir las nuevas tecnologías relacionadas con la Industria 4.0 y que ayuden a los alumnos a adaptarse a nuevo entorno laboral con el que se van a encontrar.

Si bien, todo lo anteriormente expuesto puede parecer una simple percepción personal, a continuación se mencionan diferentes artículos y noticias de la actualidad que evidencian este espacio todavía sin cubrir en la formación de los futuros trabajadores.

Por un lado ASPROMECA (2020) en su artículo “La resistencia al cambio y falta de formación, principales frenos para la transformación digital”, apunta que

a nivel industrial, las empresas tienen claro en un 80% que la transformación digital será un motivo de ventaja competitiva en los próximos años, pero para llevar a cabo esto, una de las principales barreras con las que se encuentra es la falta de formación, la falta de profesionales con conocimientos en la Industria 4.0.

Del mismo modo se puede hacer mención a diferentes titulares de noticias publicadas en diferentes medios de comunicación escrita como:

- La Vanguardia (2019): “A la Industria 4.0 le sobran máquinas y le faltan profesionales cualificados” Las empresas españolas no encuentran técnicos cualificados capaces de adaptarse al entorno digital y abordar la cuarta revolución Industrial.
- InGenio Learning (2019): “Industria 4.0: Más trabajo, menos trabajadores capacitados”.
- Gasteizhoy (2020): “Las pymes alavesas critican la falta de cualificación profesional para la Industria 4.0”. La mayoría de las pymes asegura no encontrar trabajadores cualificados para la industria 4.0

Con todo esto queda demostrado que existe un vacío a nivel de formación en la actualidad y que la industria está demandado y que es necesario cubrir mediante la innovación en los centros educativos tanto a nivel de contenidos como a nivel de metodologías.

Además si se añade que las enseñanzas de Formación Profesional van dirigidas a preparar a los alumnos para el mundo laboral, es más que justificado que todo su contenido debe ir adaptándose al discurrir de los avances tecnológicos que se introducen en la industria, hecho que no se ha podido comprobar durante el desarrollo de las prácticas y motivo por el que se desarrolla el siguiente TFM.

En este caso específico, este TFM se centra en una propuesta de adaptación curricular en el Ciclo Formativo de Grado Superior de Diseño en Fabricación Mecánica, para incluir contenidos y conocimientos de la Industria 4.0, pero no es descabellado pensar que puede ser extrapolado a otros módulos de Formación profesional ya que las aplicaciones y posibilidades de la Industria 4.0 abarcan un marco muy amplio.

La idea inicial sería introducirlo a modo de ejercicios teórico-prácticos, que se puedan realizar en aula con la ayuda de inversión del colegio o el Ministerio y posteriormente ir creando asignaturas específicas según la realidad laboral lo vaya demandando. El objetivo final es que los alumnos puedan adquirir diferentes conocimientos de qué es y en qué consiste la Industria 4.0 y cómo podrán aplicarla o trabajar con ella cuando se enfrenten a problemas en el entorno laboral.

2.2 Motivación e importancia en las aulas

La justificación de la realidad laboral actual, nos lleva a la segunda idea que ha motivado la realización de este TFM, que es la de lograr una mayor motivación en los alumnos a la hora de interiorizar nuevos conocimientos.

Si algo he podido observar y aprender tanto durante la realización del Máster como durante la realización de las prácticas es que uno de los grandes problemas relacionados con el fracaso escolar y el buen funcionamiento de las clases va directamente relacionado con la motivación de los alumnos. Si un alumno no está motivado es muy complicado, primero que se implique durante las clases y segundo que pueda aprender o adquirir cualquiera de los conocimientos que se puedan impartir.

Por ello, a través de este TFM se quiere innovar mediante la aplicación de aquellas metodologías, como pueden ser el aprendizaje colaborativo o el aprendizaje basado en proyectos y junto con la incorporación de las tecnologías de la Industria 4.0 que los alumnos puedan estar motivados durante las clases y con ello poder aumentar su rendimiento.

El punto fuerte que se logra con la incorporación en el aula de las aplicaciones de la Industria 4.0, en este caso con el trabajo con impresoras 3D o el escaneado 3D es que a parte del objetivo puramente pragmático de aprender su funcionamiento y aplicaciones es que se añade un componente puramente práctico a las clases con lo que todo ello supone.

Si al componente práctico de estos conocimientos le incorporamos la aplicación real de los contenidos adquiridos, logramos aunar varios estímulos que hacen que los alumnos se encuentren motivados durante una clase. Todo

alumno durante su aprendizaje se pregunta la finalidad real de lo que está aprendiendo, y muchas veces la motivación se diluye si no se encuentra una respuesta suficientemente justificada a esta pregunta.

En este punto, mediante la incorporación de las diferentes aplicaciones de la Industria 4.0 lo que se pretende es mostrar al alumno la aplicación real de lo que está aprendiendo. Hasta ahora el conocimiento se quedaba únicamente en aprender el manejo de un software de diseño 3D, pero ahora la Industria 4.0 permite dar un paso más y poder producir aquello que se ha diseñado mediante una impresora 3D para posteriormente analizarlo, ver los errores, estudiar posibles mejoras, etc. Si todo esto lo englobamos dentro de un proyecto común dentro del aula, en el que cada grupo de alumnos se encarga de desarrollar una parte de un todo, esto hará que puedan encontrar la motivación suficiente para aprender.

Del mismo modo si a ello se le añaden unas muestras o ejemplos reales de aplicaciones en empresa de lo que están aprendiendo, entonces se podrá lograr que los alumnos encuentren respuesta a la pregunta del para qué sirve lo que van a aprender. Con ello lo que se quiere es llenar de argumentos positivos el desarrollo de las clases y poder favorecer la motivación.

Si con todo esto logramos que los alumnos vean que lo que van a aprender les prepara para adaptarse al futuro mundo laboral, y que su esfuerzo va a tener un beneficio real y tangible y además les aportará un componente diferenciador a nivel de conocimientos se logrará que el funcionamiento de las clases sea correcto

En definitiva, si se consigue que los alumnos trabajen motivados, se lograrán otros objetivos igual de importantes que ayudarán a tener un clima en las aulas positivo con la importancia que ello conlleva. Estos objetivos son entre otros lograr que su implicación en las clases sea mayor, lo que ayudará que aumente y mejore su rendimiento, tanto a nivel de trabajo como a nivel de adquisición de conocimientos y por supuesto todo ello hará que se trabaje en un clima de clase correcto y favorecedor para la explicación y realización de cualquier tipo de trabajo.

3. OBJETIVOS

Tomando como partida, todo lo anteriormente expuesto se puede afirmar la ausencia en el currículo actual y en la enseñanza en las aulas de la Industria 4.0, es por eso que este Trabajo Fin de Máster se centra en reflejar la importancia y necesidad de incorporar todos estos conocimientos y contenidos en los currículos así como en la realización de una adaptación de una unidad didáctica en la que se incluirá el aprendizaje del manejo y utilización de varias de las aplicaciones de la Industria 4.0 como son la impresora 3D y el escáner 3D mediante la aplicación de metodologías innovadoras.

Estas adaptaciones son de fácil desarrollo y ejecución en las aulas así como en los talleres y no requieren de una gran inversión económica por parte del Instituto de Educación Secundaria.

Atendiendo a las demandas que está solicitando la industria de hoy y del futuro cercano, se quiere reflejar lo que debe significar la Industria 4.0 para la educación y si sería necesario plantear la realización de nuevos programas formativos. Del mismo modo es importante marcar que transformaciones digitales sería necesarias en la educación para poder llegar a cubrir esta demanda y poder formar a todos los alumnos en base a la realidad tecnológica que se encontrarán en su vida laboral, para de este modo poder ofrecer una formación real en base a lo solicitado por la industria actual.

Centrándonos en los alumnos se quiere también aportar una visión genérica de las tecnologías aplicables a la Industria 4.0 y que por su puesto se encontrarán más adelante cuando se incorporen al mundo laboral. En paralelo se aplicará un proceso de enseñanza-aprendizaje innovador como son las metodologías de aprendizaje por proyectos o aprendizaje cooperativo, con el objetivo de poder lograr lo mejores resultados en el alumno tanto a nivel de conocimientos como a nivel de formación y que con ello poder generar un ambiente de trabajo más motivante, que ayude a tener una mayor implicación tanto del alumno como del profesor y con ello poder afrontar con garantías los siguientes objetivos específicos, también marcados en el desarrollo de este trabajo:

- Entender la importancia de la digitalización 3D en la optimización de las actividades industriales.
- Estudio del uso de las impresoras 3D, la historia, su funcionamiento y aplicación en la sociedad.
- Recabar información sobre las diferentes teorías de enseñanza-aprendizaje en las que se basa la impresión 3D.
- Estudiar las ventajas e inconvenientes actuales de la impresión 3D en la enseñanza.
- Búsqueda del auto-aprendizaje por parte del alumno en actividades individuales y de la adquisición de conocimientos y conclusiones por sí mismo.
- Observar las ventajas e inconvenientes que tiene a nivel académico la enseñanza en clase del escaneado 3D, para después compararlo con su empleo a nivel industrial.
- Se quiere mostrar al alumno la forma de enseñanza-aprendizaje grupal, donde tendrá que compartir opiniones y conocimientos con el grupo de clase en total, mostrándole como trabajar cuando sólo hay 1 equipo y éste es amplio
- Se quiere mostrar al alumno ejemplos reales de las aplicaciones de la Industria 4.0 y su importancia, mediante las charlas de profesionales y visitas a plantas y la posible colaboración en proyectos sencillos con empresas que necesiten de la aplicación de las tecnologías de la Industria 4.0.

4. MARCO TEÓRICO

Durante la formación recibida en el Máster se hace referencia a diferentes técnicas de enseñanza y aprendizaje que se han puesto en práctica a lo largo de la historia. Aunque la metodología de aplicación es diferente los objetivos finales sí que son los mismos, entre ellos podemos mencionar:

- *Mejorar el aprendizaje del alumno:* el fin último es que pueda adquirir los mayores conocimientos de la forma más adecuada.
- *Motivación del alumno por su aprendizaje:* aunque inicialmente había teorías que ubicaban al alumno como un receptor de contenidos, en la actualidad ha quedado prácticamente abandonado, siendo más fuerte las teorías que colocan al alumno como el centro del aprendizaje, participando de él y siendo parte activa del mismo.
- *Motivación y mejora del profesorado:* son muchas las metodologías existentes, en las que el profesor juega papeles muy dispares dentro del proceso aprendizaje, pero quedando siempre de manifiesto el papel fundamental e imprescindible del profesor como guía de aprendizaje.

Una vez comentado lo anterior, se va a pasar a exponer los fundamentos teóricos en los que se basa este trabajo en relación a los contenidos tratados es el propio Máster.

4.1 Teorías de aprendizaje

De las diferentes asignaturas cursadas durante el Máster, ha sido en la de Aprendizaje y Desarrollo de la Personalidad en la que se nos ha hablado de las diferentes teorías que han intentado explicar desde el punto de vista psicológico, cómo las personas construyen el aprendizaje. Estas teorías se nombran a continuación:

- *Teorías innatistas:* Son aquellas que señalan que el desarrollo humano y su capacidad para aprender, viene marcado por un componente genético, aunque tampoco niegan la influencia del ambiente aunque sea únicamente como un desencadenante. El ser humano nace con unas capacidades que desarrolla posteriormente.

- Teorías etológicas: estas teorías consideran el desarrollo humano a la par que el desarrollo animal. Es cierto que aceptan el componente innato de la conducta, pero explican los componentes complejos de la conducta humana que deben aprenderse.
- Teorías ecológicas: rechazan las anteriores, pues no tienen apenas en cuenta el contexto (ambiente) en el que se desarrolla la conducta.
- Teorías del aprendizaje: dentro de estas teorías, aparecen varias ramas.
 - *Condicionamiento clásico (Paulov)*: tiene a las respuestas emocionales o psicológicas involuntarias como el centro de su aprendizaje.
 - *Condicionamiento Operante (Skinner)*: Las consecuencias de los actos de y sobre cada ser humano es o que genera que todo comportamiento o conducta se mantenga en el tiempo.
 - Aprendizaje por modelado o vicario (Bandura): es lo que conocemos como aprendizaje observacional, debido a la imitación.
- Modelos cognitivo / constructivista: estas teorías nos explican que los cambios observados en la conducta de un individuo, se deben principalmente al resultado en el cambio de su conocimiento y capacidad intelectual. En este caso el proceso de aprendizaje se desarrolla como algo interno.
- Neuroconstructivismo: analiza el desarrollo como un proceso de cambio ordenado y sucesivo a lo largo de la vida. La combinación de estímulos ambientales y la disposición interna o procesos cognitivos, hacen que la persona vaya construyendo el aprendizaje. Luego considera al individuo como un constructor de aprendizaje, absorbiendo los estímulos exteriores que recibe, para recuperar, formar y codificar la información.

De todas estas teorías analizadas durante el Máster, se puede decir que la Neuroconstructivista ha sido la más utilizada en los últimos años. La idea principal es que los alumnos puedan generar su propio conocimiento y el docente sea una guía durante este proceso. Estas teorías requieren de una mayor implicación de los docentes, pues el hecho de ir más allá de la mera exposición de los contenidos, hace que cobre mucha importancia la búsqueda de estímulos que logren la atención de los alumnos para ayudarlos a trabajar en su formación del conocimiento. Es por todo ello que la Industria 4.0 nos está obligando a tener que dar un paso más allá en este proceso de innovación educativa para poder lograr lo que se considera como Educación 4.0.

Esta Educación 4.0, de acuerdo a Villasol I. (2019) requiere la inclusión de contenidos relacionados con la inteligencia artificial, aprendizaje automático, innovación, impresión 3D, etc. y además nos lleva a colocar el papel de alumno en una posición principal en el cual es necesaria la integración y cooperación entre los diversos agentes como son los propios alumnos, el profesor, herramientas y desarrolladores de contenidos, programadores, etc. de este modo poder lograr la motivación y el trabajo en equipo como líneas de trabajo a seguir. Esta propuesta innovadora es la que se pretende realizar durante el desarrollo de este trabajo.

Haciendo referencia a los contenidos de la sustentación teórico-práctica en el área de la Didáctica y Organización Escolar trabajados en la asignatura de Procesos y Contextos Educativos de este Máster, lo que se quiere lograr con la incorporación de esta Educación 4.0 es garantizar una educación y formación de alta calidad para la totalidad de los estudiantes. La propuesta del trabajo en equipos heterogéneos, pretende la interacción y el intercambio de ideas para avanzar de una manera homogénea en la asimilación de los conocimientos.

Es por ello que el docente actual debe estar preparado para poder guiar y formar a los futuros profesionales que entiendan y puedan afrontar los problemas y retos de la sociedad actual y del futuro.

4.2 El proceso de enseñanza-aprendizaje

Como se ha mencionado en el apartado anterior, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje son varios los agentes que tienen que intervenir, los principales serán el alumno, el profesor y el contexto en el que se desarrollan. La situación actual nos lleva a ubicar al alumno como eje fundamental en el que todo debe adaptarse para ayudarlo a construir de forma autónoma su propio conocimiento para lograr las competencias marcadas, en el que el docente será un mediador o guía para que se puedan conseguir estos objetivos. El docente tiene que dejar de ser un mero trasmisor de conocimientos y tiene que pasar a ser un guía que ayude a una formación integral del alumno.

De este modo y como marca Villasol I. (2019), el modelo de educación 4.0 hacia el que vamos se caracteriza por:

- Pone el foco de interés en la cooperación y en la interacción, entendidos como pilares de los procesos de enseñanza aprendizaje entre profesor y alumno o entre los propios alumnos.
- Incorpora el aprendizaje activo, vinculado al análisis de la toma de decisiones y el pensamiento estratégico por parte de los estudiantes.
- Explora elementos de juego y creación de entornos de aprendizaje reales, con contenidos y usos transversales.
- Se apoya en el uso de las herramientas TIC, tanto para el acceso, la organización, creación, la difusión de contenidos como para la intercomunicación multidireccional y multi-soporte.
- Aborda el aprendizaje de competencias, generando conocimiento válido y aplicable a la resolución de problemas reales
- Redefine la evaluación sobre la adquisición de un conocimiento integrado, al igual que por el desarrollo de competencias, en un continuo proceso de revisión y *feed-back* para una mejora sostenible del aprendizaje.

De este modo, este trabajo pretende reflejar todas estas características en la adaptación curricular que se va a realizar del Ciclo Formativo de Grado Superior de Diseño en Fabricación Mecánica y con ello poder reflejar una muestra de la Innovación a la que debe dirigirse la Educación del presente y futuro cercano.

4.3 El aprendizaje en el aula

Uno de los objetivos de este trabajo, aparte de proponer una propuesta innovadora de metodología y contenido con la incorporación de las tecnologías de la Industria 4.0, es conseguir reflexionar sobre los cambios que tanto docentes como alumnos deben incorporar en la actividad de enseñanza y aprendizaje, asumiendo los nuevos roles e incorporando la tecnología digital y social al aula, en la que ambos son generadores de contenidos en un mundo en el que los estudiantes de hoy en día son ya nativos digitales.

Una vez inmersos en la realidad del aula y de cada persona hay que entender la complejidad de llevar a cabo estas nuevas metodologías, por ello la labor del docente es una de las más complejas dentro de la sociedad. Cada alumno es diferente y conseguir el funcionamiento global de un aula con los componentes tan heterogéneos que la forman no es tarea fácil.

Por ello el docente tras analizar los objetivos marcados y el tipo de clase a la que se enfrenta durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, deberá establecer la programación de aula que permita alcanzar esos objetivos y lograr la respuesta adecuada de los alumnos. De este modo los componentes básicos del proceso de enseñanza aprendizaje que existen en el aula y que el docente debe estudiar son los siguientes:

- *Conocimientos previos*: se marcan los objetivos marcados al inicio del curso y los nuevos a conseguir para lograr un aprendizaje significativo.
- *Estilos cognitivos*: en una clase, los alumnos no procesan el conocimiento de la misma forma. El docente puede encontrarse con modelos dependientes, independientes, reflexivos o impulsivos y tras su análisis deberá aplicar las técnicas pedagógicas adecuadas.

- *Motivación:* si se quiere lograr que una clase funcione, la base para lograr esto, es que los alumnos se mantengan motivados por lo que están aprendiendo. De este modo el docente debe buscar las medidas que ayuden a captar la atención y poder lograr que la clase funcione correctamente.

En este caso concreto durante la realización de este trabajo, se busca potenciar el aprendizaje activo como método didáctico, la idea es lograr que los alumnos aprendan a trabajar y colaborar en grupo, para de este modo logren organizarse y analizar información y opiniones provenientes de diferentes perfiles, como les tocará hacer cuando e incorporen al mundo laboral. Del mismo modo se propondrán actividades individuales para que el alumno pueda trabajar sin recibir tanta ayuda, promoviendo el autoaprendizaje y desarrollando su capacidad imaginativa.

Dado que las aplicaciones de la Industria 4.0 requieren la utilización de material y recursos del centro con un valor económico, se quiere fomentar el respeto y cuidado con los materiales de trabajo al ser de uso común y para trabajo de todos los compañeros.

La idea es por tanto la de proponer una serie de proyectos simples en los que los alumnos tendrán que trabajar en grupos reducidos inicialmente para posteriormente completar un proyecto común que englobe a toda la clase. De este modo se quiere que los alumnos estén implicados y motivados al ser un objetivo común. Por otro lado se quiere estimular el trabajo individual, mediante la investigación de las propias tecnologías a utilizar, para poner posteriormente en común con el grupo o de manera individual y hacer así que se enfrenten a diferentes situaciones que pueden encontrarse durante su vida profesional. Con todo esto se quiere lograr una experiencia real que les permita aprender tanto mediante el aprendizaje colaborativo con la realización de un proyecto común como a nivel individual con el fomento del autoaprendizaje.

5. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En primer lugar es conveniente hacer un pequeño repaso a nivel Estatal de cómo ha evolucionado la situación a nivel de las nuevas Tecnologías en el mundo de la Educación y su posible incorporación o posibles modificaciones que se permiten mediante su utilización.

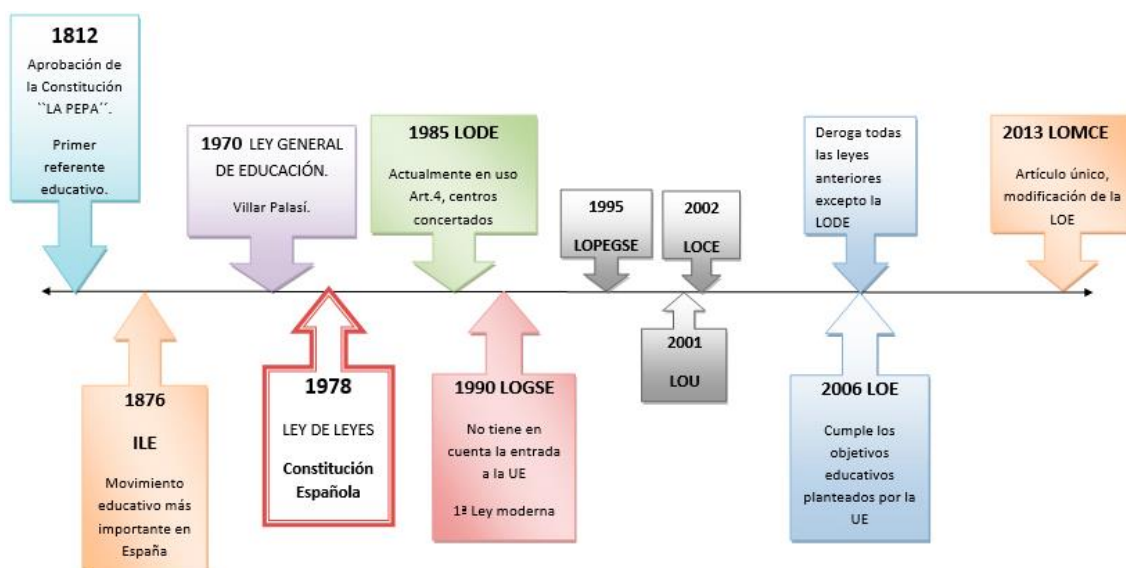


Figura 2. Evolución de la Legislación educativa en España

Fuente: <http://noelia-educa.blogspot.com/2015/10/origen-y-evolucion-del-sistema.html>

Como se puede observar en la figura anterior, en España ha habido diferentes leyes de Educación siendo más notable sus modificaciones desde 1978 con la aprobación de la nueva Constitución Española.

Si nos centramos en lo que se refiere a las TIC, no es hasta 1985 durante la LODE cuando se comienza a hablar de nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza. Esto se realizó mediante los conocidos Proyecto Atenea y Mercurio.

Posteriormente una segunda etapa la tenemos ya en 1995 durante la LOGSE y ligado a la aparición de Internet, el Ministerio de Educación cede las competencias educativas a las Comunidades Autónomas y con ello se generan distintos planes de introducción de las TIC en la educación.

Ya en la actualidad, y con la vigente Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) aprobada en el Congreso de los Diputados en

Diciembre de 2013, una de las modificaciones más importantes introducidas en el ámbito Educativo es el refuerzo del uso de las TIC y la competencia digital, que adquiere un mayor peso que la establecida en la anterior LOE de 2005, en toda la comunidad educativa. Así la LOMCE en su preámbulo XI establece textualmente que “la incorporación generalizada al sistema educativo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que tendrán en cuenta los principios de diseño para todas las personas y accesibilidad universal, permitirá personalizar la educación y adaptarla a las necesidades y al ritmo de cada a alumno o alumna.”

Además en la misma LOMCE se añade un artículo 111 bis, sobre Tecnologías de la Información y la Comunicación y en su instrucción número 2, establece el marco de utilización de Entornos Virtuales de Aprendizaje en los centros sostenidos con fondos públicos, donde se indica: [...] permitir a los alumnos y alumnas el acceso, desde cualquier sitio y en cualquier momento, a los entornos de aprendizaje disponibles en los centros docentes en los que estudien, teniendo en cuenta los principios de accesibilidad universal y diseño para todas las personas y con pleno respeto a lo dispuesto en la normativa aplicable en materia de propiedad intelectual. (BOE núm.295, 2013, Sec. I, p. 97899)

Todo esto permite reflexionar que la Industria 4.0, por lo visto anteriormente en el trabajo, está ya introducida tanto en la industria como en la sociedad y que no cabe duda que debe pasar a formar parte de las aulas. La industria 4.0 va a suponer en un futuro muy cercano una nueva forma de relación industrial entre proveedores, productores y clientes, lo cual nos obliga a que nuestro alumnos tengan que estar preparados para conocer este nuevo modelo de funcionamiento, tanto industrial, como social y se hace necesaria la incorporación de todas las tecnologías posibles de la Industria 4.0 a las aulas para que se adapten, aprendan y convivan con lo que va a ser, sin lugar a duda, parte de sus vidas en el futuro. Las aplicaciones y tecnologías de la Industria 4.0 son variadas pero a continuación nombraremos las indicadas por Díaz, R. B., Francolí, J. F., & Martínez, C. P. (2017), que reflejan las más importantes:

- *Big Data and Analytics*: consiste en el análisis de conjuntos de datos que por su volumen superan la capacidad de los sistemas informáticos habituales.
- *Robots autónomos*: cada vez los robots son más flexibles, cooperativos y autónomos, de modo que podrán interactuar entre ellos y trabajar de forma segura con el ser humano.
- *Simulación*: las simulaciones 3D, ya actualmente están muy extendidas en la fase de ingeniería, con la aparición del mundo virtual ésta se optimizan más si cabe.
- *Integración horizontal y vertical de sistemas*: los fabricantes, proveedores y clientes estarán estrechamente enlazados por los sistemas informáticos, facilitando cadenas de valor.
- *Internet de las Cosas Industrial*: cada vez más dispositivos están conectados por medio de tecnologías estándar.
- *Ciberseguridad*: aumento de la conectividad que representa la Industria 4.0 incrementa dramáticamente la necesidad de proteger los sistemas industriales críticos.
- *La nube*: tareas relacionadas con la producción requerirán más intercambio de datos.
- *Fabricación aditiva*: impresión en tres dimensiones, además de hacer prototipos y componentes individuales como actualmente, se extenderá a producir pequeños lotes de productos personalizados.
- *Realidad aumentada*: un operario equipado con gafas de realidad aumentada puede recibir instrucciones de reparación de una máquina en el propio puesto de trabajo.

Ante el nuevo escenario que plantea la Industria 4.0, como ya se ha comentado, se hace evidente la necesidad de replantear los programas a todos los niveles de la Educación pero principalmente en la Formación Profesional, que es donde está centrado este trabajo y donde la Educación está más dirigida a la incorporación directa al mundo laboral.

Por ello vamos a reflejar a continuación diferentes cuestiones tratadas durante la asignatura de Innovación docente e iniciación a la Investigación educativa de éste Master que hacen referencia a la Industria 4.0 en la Educación y que resulta muy conveniente mencionarlás en este trabajo.

Es necesario un nuevo programa formativo

En primer lugar, se menciona la necesidad de un nuevo programa formativo debido a la ausencia en el currículo de competencias relacionadas con la industria 4.0 y menciona ocho aspectos clave obtenidos del estudio de Roberto Sanz (2016) que deberían ser incorporados:

- Los centros de educación primaria han de enseñar programación a los alumnos, pese a que mucho de los maestro no tienen experiencia en este campo. Habrá que apoyarse en este caso de expertos externos.
- Los centros educativos de primaria deberán contar con impresoras 3D.
- Los centros de educación secundaria deberían ser capaces de introducir materias como Ciencia Computacional o Diseño y Tecnología con una perspectiva práctica y aplicada.
- Se debería introducir la formación técnica a los catorce años
- Todos los alumnos deberían aprender nociones básicas sobre management, negocios y marketing, fomentando en ellos el talento emprendedor.
- Se debe crear un itinerario formativo centrado en la transformación digital y la Industria 4.0 para algunos alumnos entre 14 y 18 años.
- La Universidades y las empresas deberían ser parte activa en este nuevo programa formativo.

Educación 4.0 para conseguir lograr talento 4.0

Por otro lado y mencionando nuevamente a un artículo de Roberto Sanz (2016) se menciona que la clave de la Industria 4.0 no es la tecnología, sino que lo son las personas. Por ello es necesario poder conseguir formar

personas que tengan este talento 4.0. Para ello al igual que la Industria 4.0 la Educación 4.0 debe tener tres características fundamentales:

- Aprendizaje flexible en función de las necesidades e intereses de cada alumno.
- Aprendizaje al propio ritmo y la velocidad de cada alumno con independencia de su edad y curso
- Aprendizaje digital con realimentación constante a partir del análisis de los datos derivados del progreso del aprendizaje.

Por ello para poder lograr una Educación 4.0 robusta, a parte de la tecnología, ésta debe asentarse sobre otras 3 bases necesarias para un correcto desarrollo:

- La **personalización del aprendizaje**: el estudiante individual se debe convertir en el gran foco de la Educación 4.0
- Las **escuelas como centros para el desarrollo del talento**: la Educación 4.0 se basa en la realización de políticas y programas para la gestión del talento en función del potencial del alumno para permitir aprender a su propio ritmo y velocidad, por ello las escuelas tienen que ser el centro de realización de estos programas.
- El aprendizaje de las competencias claves del siglo XXI.

De este modo resultará clave en la Educación 4.0 la aplicación de la metodología del aprendizaje basado en proyectos, para poder lograr el objetivo del desarrollo del Talento 4.0, y llevando a cabo programas específicos que se centrarán en tres áreas clave para el Talento 4.0

- El fomento del talento emprendedor
- El fomento de las vocaciones STEM (Science, Technology, Engineering, Math) y la formación en competencias digitales alineadas con la Industria 4.0
- El fomento de la formación dual en colaboración con las empresas, especialmente en los centros de I+D+i y el sector tecnológico.

Una vez llegados hasta aquí y continuando con lo comentado por Roberto Sanz (2016) parecería que la transformación digital de la educación es el reto más importante para la Educación 4.0, pero no es así, ya que lo más complejo para esta transformación tiene que ver con las personas que han de gestionar este cambio y serías las siguientes:

- El cambio de las prácticas sociales y de la cultura de los centros educativos, universidades y administraciones públicas.
- La formación del profesorado y de los equipos directivos.
- El estímulo, atracción y desarrollo del talento de los profesores que han de hacer posible desde las escuelas de magisterio esta Educación 4.0

Luego con todo lo anterior mencionado y asumiendo que la cuarta revolución industrial será para los más cualificados, con gran capacidad de adaptación, flexibilidad y aprendizaje continuo, hay que darse cuenta que los empleos del futuro requieren una formación que ahora no se da, mientras que los jóvenes necesitarán una buena base teórica, una buena formación práctica y estar en contacto con el mundo del hardware y del software.

Con esto Roberto Sanz (2016) reflexiona que tanto la Industria como los servicios deben ser capaces de influir en los planes de estudio universitarios y de formación profesional para indicar los intereses formativos. Las instituciones encargadas de la educación y los expertos en industria deben trabajar conjuntamente y apoyar proyectos educativos innovadores que favorezcan el Talento 4.0, ya que el entorno social y laboral está cambiando y por tanto se debe estar preparado. De ahí la importancia que se quiere reflejar en este trabajo mediante la incorporación de la Industria 4.0 en los currículos de Educación.

6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

Tal y como se ha venido describiendo a lo largo del trabajo la propuesta de intervención didáctica va a estar centrada en la Formación Profesional. Se pretende mostrar la oportunidad que supone la Industria 4.0 para revalorizar la Formación Profesional. Es por ello que la FP debe adaptarse a la necesidades del tejido productivo, ya que éste evoluciona a la misma velocidad que lo hace la tecnología.

Por ello en este apartado se quiere desarrollar una intervención didáctica innovadora con inclusión de actividades que tienen en cuenta el manejo de diferentes tecnologías de la Industria 4.0 como son el uso de la **Impresión 3D y del Escaneado 3D.**

Esta idea surge durante la realización del periodo de prácticas en el I.E.S Inventor Cosme García en el Ciclo Formativo de Grado Superior de Diseño en Fabricación Mecánica y mi participación en las clases de primero y segundo curso. Debido a mi experiencia en el mundo laboral de la Industria, se detecta una ausencia en el currículo del Ciclo, el acercamiento o la introducción a las tecnologías de la Industria 4.0. Debido a ello se decide realizar la siguiente propuesta a modo de lograr una formación más completa para los alumnos y que los pueda acercar a la realidad Industrial a la que se van a enfrentar.

A continuación se va a contextualizar y a desarrollar los diferentes puntos necesarios para poder llevar a cabo la incorporación de la Industria 4.0 en las aulas de este ciclo de Formación Profesional.

6.1 Normativa

Para realizar las actividades, nos vamos primero a ubicar dentro del currículo del Ciclo Formativo. Para ello es necesario consultar el **Orden 2/2011, de 10 de enero** por el que se establece la estructura básica del currículo del ciclo formativo del Técnico Superior en Diseño en Fabricación Mecánica y su aplicación en la Comunidad Autónoma de la Rioja. (BOR 17/01/2011).

La presente Orden está al amparo del **Real Decreto 1630/2009, de 30 de octubre**, publicado en el BOE nº289, de 1 de diciembre de 2009, donde se fijan las enseñanzas mínimas para este ciclo formativo.

En el **artículo 2** del mencionado **Real Decreto 1630/2009, de 30 de octubre**, el título de Técnico Superior de Diseño en Fabricación Mecánica queda identificado por los siguientes elementos:

a) Denominación: Programación de la Producción en Fabricación Mecánica.

b) Nivel: 3-Formación Profesional de Grado Superior.

c) Duración: 2.000 horas.

d) Familia Profesional: Fabricación Mecánica.

e) Referente europeo: CINE - 5b (Clasificación Internacional Normalizada de la Educación).

En el **artículo 9** se mencionan los diferentes módulos profesionales y se desarrollan en el Anexo I. Este trabajo se va a centrar en los módulos profesionales de Diseño de Productos Mecánicos de primer curso y Automatización de la fabricación de segundo curso, al ser los módulos en los que he participado durante las prácticas del máster.

Analizando los contenidos básicos reflejados en el Anexo I en ninguno se menciona el empleo de tecnologías relacionadas con la Industria 4.0 para la adquisición de conocimientos o puesta en práctica de los contenidos, por lo que la idea es proponer mejoras innovadoras en la parte práctica de las asignaturas durante la unidad didáctica (CAD) de Diseño asistido por ordenador.

6.2 Objetivos

Aunque inicialmente ambas unidades didácticas están contempladas para aprender el manejo de softwares 3D como Solid-Edge, Solid-Works, Pro-Engineer, etc la idea es dar un paso más e incluir la incorporación de la impresión 3D y el escáner 3D para completar la formación de los alumnos y con ello introducirlos en el mundo de la industria 4.0 y facilitarles su adaptación

al mundo laboral, ya que son elementos, teniendo en cuenta las capacitaciones del Ciclo Formativo, que con una alta probabilidad van a tener que manejar. Por ello los objetivos específicos que se quieren lograr con esta propuesta de aplicación práctica son:

- Que los alumnos conozcan y puedan reconocer los distintos usos de las impresoras 3D.
- Saber diferenciar los diferentes tipos de impresoras 3D.
- Estudiar qué relación existe entre el diseño asistido por ordenador y la impresión 3D, además de conocer los diferentes softwares necesarios para la impresión 3D.
- Conocer los materiales más utilizados para la impresión 3D y los parámetros de impresión de cada uno de ellos.
- Conocer los diferentes sistemas de escaneado 3D existentes y el funcionamiento de cada uno de ellos.
- Saber el tratamiento correcto de las imágenes obtenidas a partir de un escaneado y cuales los softwares principales para trabajar con las imágenes obtenidas del escaneado 3D.

6.3 Contenidos

Dado que se han marcado los objetivos anteriores, con la intención de poder alcanzarlos de la manera más eficiente posible se plantean los siguientes contenidos que se desarrollan a continuación:

6.3.1 Impresión 3D

La impresión 3D es lo que se conoce como la fabricación aditiva, la cual consiste en la realización de un diseño en 3 dimensiones a partir de un modelo 3D creado en un programa de ordenador el cuál puede convertirse en físico o real. Es decir, si se ha diseñado un objeto a través de cualquier programa CAD, éste podrá ser elaborado de forma física mediante la impresión 3D.

Hablamos por tanto de una tecnología novedosa que puede producir desde objetos sencillos hasta productos más complicados, como pueden ser partes de piezas de automóviles, órganos humanos, etc.

Es por ello que el futuro de la impresora 3D sobretodo en el mundo industrial va a tener una gran proyección, siendo ya de gran uso en el prototipaje de procesos productivos y por ello es muy importante su introducción en los contenidos de la Formación Profesional.

6.3.1.1 Historia de la Impresión 3D

Simplemente por dar un breve apunte histórico, la fabricación aditiva o impresión 3D surge en 1976, cuando aparece la primera impresora de inyección de tinta. La siguiente fecha importante se da en 1984, cuando varios progresos en el concepto de inyección de tinta, hicieron posible la impresión con diferentes materiales.

A partir de aquí y durante la última década del siglo XX y primeras del siglo XIX, debido a esta posibilidad de imprimir con diferente tipología de materiales, las aplicaciones para la cuales se ha utilizado la tecnología de la impresión 3D han sido numerosas, destacando sobre todo el mundo industrial aeronáutico y el médico.

6.3.1.2 Funcionamiento de las Impresoras 3D

Como se ha visto, las impresoras 3D pueden usar múltiples tecnologías de fabricación, pero la idea es poder explicar de la manera más sencilla posible su funcionamiento.

De cara a los alumnos de Formación Profesional de idea es tratar los puntos más específicos de los funcionamientos de las impresoras 3D, ya que al ser una actividad incluida dentro de una unidad didáctica, el tiempo del que se dispone no es muy extenso, con lo cual la idea es poder tratar los puntos básicos de cada uno de los elementos.

Partimos de la base que la impresión 3D crea un objeto en 3 dimensiones mediante la impresión de capas de un material determinado de manera sucesiva, hasta fabricar el objeto o la pieza.

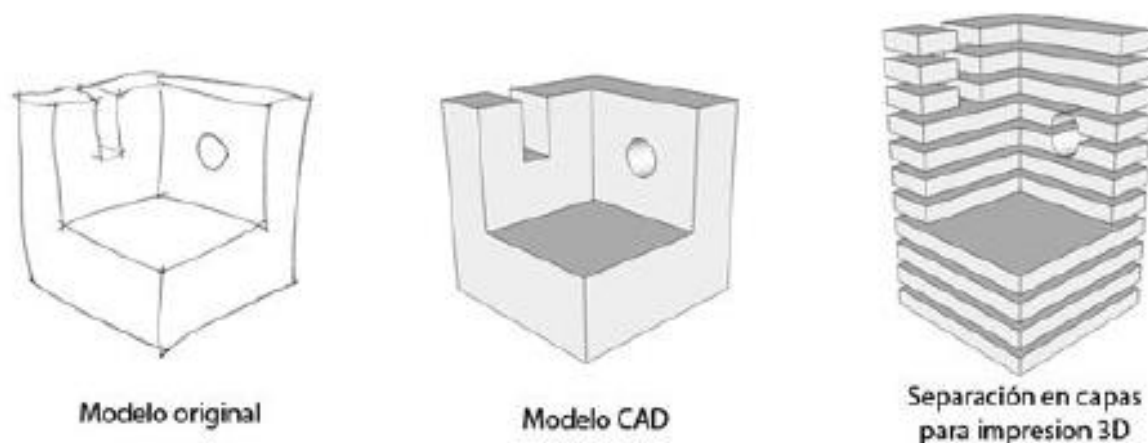


Figura 3. Proceso previo de impresión

Fuente: <http://www.areatecnologia.com/informática/impresoras-3d.html>

En la imagen superior, se puede apreciar el proceso a seguir de cara a una impresión 3D. En primer lugar se parte de un boceto dibujado en papel, que posteriormente se realizará en un CAD, para tenerlo diseñado en un ordenador y por último, este objeto ya diseñado dentro del programa CAD es separado en capas para poder imprimiendo capa por capa en la impresora 3D, como vemos reflejado en la imagen de la derecha. Es decir, partiendo de un simple boceto en papel, se puede llegar a fabricar un objeto en la realidad, utilizando para ellos los materiales adecuados.

Este proceso de fabricación por capas utilizado en las impresoras 3D, es lo que se conoce como “proceso aditivo”.

Otro punto importante a remarcar, y que va en relación con este trabajo es, que la parte de diseño en el programa CAD, puede venir generada a través de un escaneo 3D como veremos, lo cual nos sirve para interrelacionar estas dos tecnologías y poder aprenderlas al mismo tiempo, economizando tiempo y esfuerzo para los alumnos. Lo más probable es que durante su vida laboral, dado los puestos a los que están destinados dentro de este Ciclo Formativo es que tengan que trabajar con ambas tecnologías por ello se ve positivo para su formación el poder trabajar a la vez y poder al menos conocer su funcionamiento y tener las mínimas nociones para su manejo.

6.3.1.3 Tipos de Impresoras 3D

La clasificación de las impresoras 3D viene dada básicamente por su forma de imprimir. Aunque todas utilizan el proceso aditivo (por capas), las diferencias aparecen en la forma de fabricar las piezas y objetos, por ello podemos encontrar los siguientes 3 tipos de impresoras 3D.

Adición de Polímeros

Este tipo de impresora es el más básico, su funcionamiento es realizado a través de la fundición de un filamento o hilo de polímero mediante un pico (boca de salida), para posteriormente ir depositando el material ya fundido capa sobre capa, creando así progresivamente el objeto sólido. Estas impresoras son las más sencillas de usar en un aula.

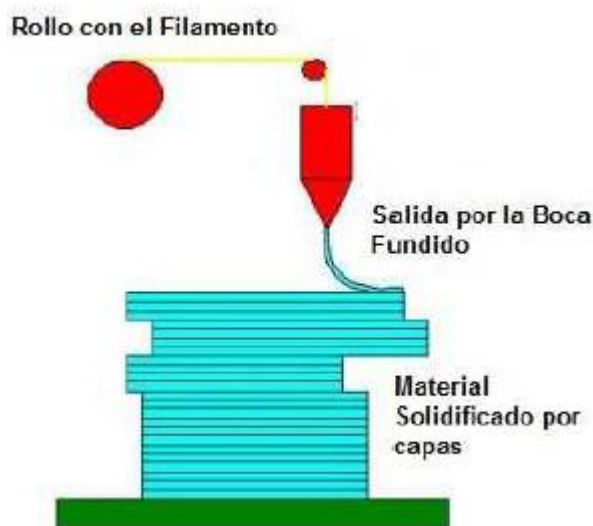


Figura 4. Impresión mediante adicción de polímeros
Fuente: <http://www.areatecnologia.com/informática/impresoras-3d.html>

SLA o Fotosolidificación

Las siglas SLA, conocidas como fotosolidificación o fabricación óptica, representan el hecho de endurecer o solidificar un polímero a la luz. Se parte en primer lugar de una base, la cual es sumergida en un recipiente que está lleno de la resina líquida y la citada base va saliendo paulatinamente del recipiente capa a capa. Entonces, el láser va progresivamente solidificando la base según ésta va saliendo del recipiente, con el objetivo de fabricar el objeto

o la pieza deseada. Esta técnica también se llama estereolitografía y mediante ella es posible fabricar piezas u objetos de una calidad altísima.

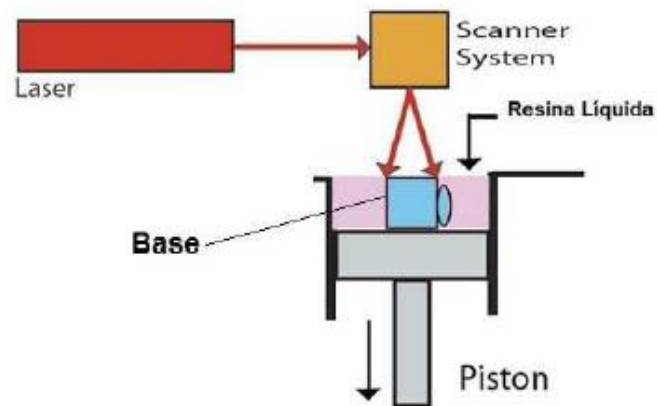


Figura 5. Impresión mediante fotosolidificación

Fuente: <http://www.areatecnologia.com/informática/impresoras-3d.html>

SLS o Sintetizado de láser de un material

Las siglas SLS significan en este caso el “sinterizado de láser de un material”. El material utilizado en esta técnica está en estado de polvo, aspecto que no ocurre con el SLA. El láser primeramente impacta en el polvo, para posteriormente fundir el material y solidificar éste, es lo que conocemos como sinterizado. La única diferencia con la SLA es que el material en el que se baña la base en este caso es de polvo.

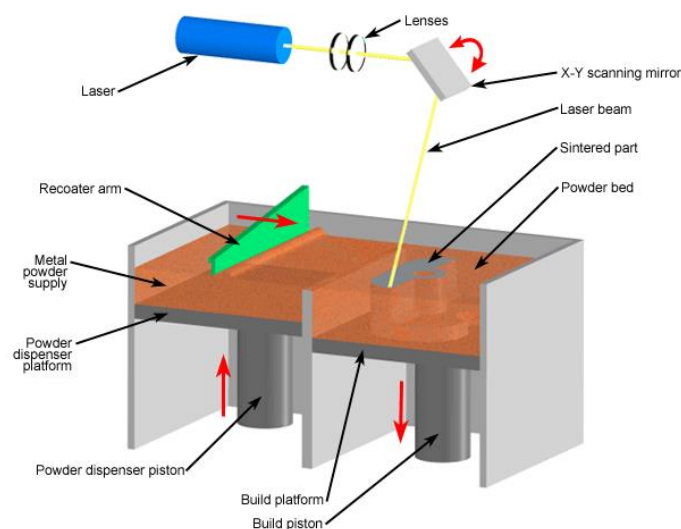


Figura 6. Impresión mediante sinterizado láser de un material

Fuente: <http://www.areatecnologia.com/informática/impresoras-3d.html>

6.3.1.4 Materiales más utilizados en la impresión 3D

Aunque la variedad de los materiales utilizados puede ser inmensa, se van a nombrar únicamente los referentes a polímeros o plásticos que son los más utilizados.

- **ABS (acrilonitrato butadieno estireno):** el ABS es un plástico capaz de aguantar altas temperaturas, muy resistente y tiene cierta flexibilidad. Para lograr una impresión estable con ABS, la cama o base de impresión debe estar caliente. Durante la impresión el área debe estar ventilada ya que se generan gases nocivos y no es biodegradable.
- **PLA (Poliácido láctico):** el PLA se obtiene de productos naturales como el almidón de maíz. No es biodegradable pero no genera gases tóxicos durante la impresión, ni necesita base caliente. Pero no resiste temperaturas tan altas como el ABS.
- **LAYBRICK:** se compone de una mezcla de varios materiales plásticos y yeso.
- **LAYWOO-D3:** formado por un polímero y un 40% de polvo de madera.
- **FILAFLEX:** es un filamento elástico con una base de poliuretano y otros aditivos que lo dotan de gran elasticidad. Se usa para impresión de zapatillas, prótesis y carcasa para móviles.

6.3.2 Escaneado 3D

El uso de los escáneres 3D está cada vez más extendido en el mundo industrial, es por ello la necesidad de introducir estos aparatos en los centros de formación para trabajar con los alumnos e ir acostumbrándoles a manejar este tipo de tecnología.

Cuando hablamos del escaneado 3D, nos referimos a un dispositivo que recoge datos de un objeto cualquiera y lo convierte en un modelo 3D, que luego se puede usar para imprimirlo o para estudiarlo. Se basa en la obtención de una nube de puntos a partir de la cual se saca la geometría final del objeto.

6.3.2.1 Funcionamiento

Aunque existen diferentes técnicas, la más utilizada es la combinación de láser y cámara. El escáner 3D proyecta un láser sobre el objeto que escanea, de este modo la cámara detecta la luz que refleja el láser, pudiendo saber la distancia a la que se encuentra el punto a controlar. A partir de aquí y utilizando la geometría (triangulación) el escáner sabe la ubicación exacta del punto. El proceso es bastante rápido por lo que en pocos minutos se detectan miles de puntos con los que se genera el objeto 3D.



Figura 7. Representación del proceso de digitalización 3D
Fuente: http://oa.upm.es/50348/1/TFG_CARLOS_MORON_ALGUACIL.pdf

Para hacer esto posible y tener un modelo 3D completo el escáner debe revisar el objeto desde diferentes ángulos. Por ello hay posibilidades de que el escáner se mueva alrededor del objeto o que sea el propio objeto el que gire y de esta manera se obtiene la información completa. A través de un software, se muestra cómo va quedando el escaneado, permitiendo correcciones, para después guardarlo en un archivo (generalmente .stl) que puede ser utilizado en cualquier software 3D para analizarlo, modificarlo e incluso imprimirlo en 3D.

6.3.2.2 Tipos de Escáner 3D

Básicamente los podemos dividir en 2 tipos:

- **Con contacto:** este escáner 3D tienen un palpador que va recorriendo la pieza capturando la geometría de la misma. O simplemente se toca con el palpador en diferentes puntos del objeto para conseguir las coordenadas XYZ. Son bastante útiles para el control dimensional en fabricación ya que su precisión es muy elevada.

- **Sin Contacto:** Los podemos dividir en Activos o Pasivos. A su vez los Activos pueden funcionar por reflexión o transmisión. Los escáneres que funcionan por reflexión puede ser ópticos o no ópticos y dentro de cada uno de ellos el funcionamiento es completamente diferente.

A continuación se muestra un pequeño esquema con los diferentes tipos de escáneres 3D y sus técnicas:

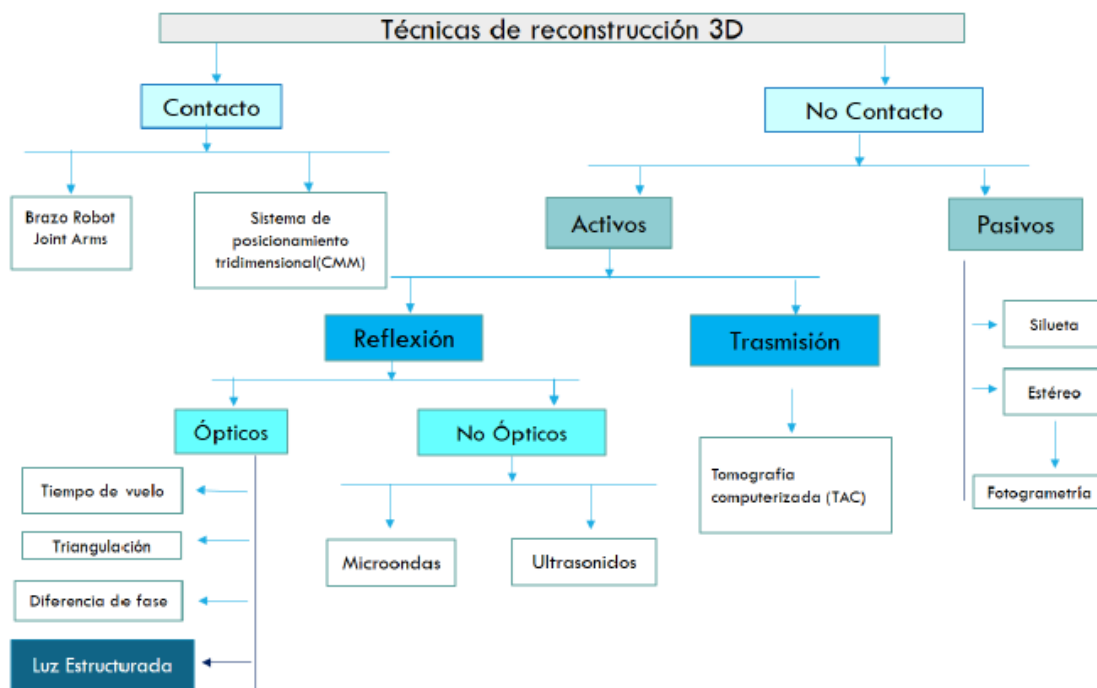


Figura 8. Clasificación, técnicas de escaneado 3D

Fuente: <http://remarq.ning.com/page/tecnicas-para-el-modelado-tridimensional-de-artefactos-arqueologi>

6.3.2.3 Ingeniería a la inversa

Un punto muy importante que nos permite el escaneado 3D y por lo que se quiere trabajar con él también en esta propuesta de intervención didáctica es el concepto de Ingeniería a la Inversa. La ingeniería a la Inversa es el proceso de descubrir los principios tecnológicos de un objeto, herramienta o dispositivo haciendo posibles conjeturas de cómo es su estructura, cómo fue fabricado, su funcionamiento y operación.

El **objetivo** que persigue la ingeniería inversa es el de obtener la mayor cantidad de información técnica de un producto, del cual no se tiene la más mínima información técnica de su diseño, construcción y funcionamiento, de

modo que se debe partir de un todo para comprender cada pieza del sistema, cómo interactúan entre sí y cuál fue su proceso de fabricación y para conseguirlo se deben tomar notas muy detalladas.

Los usos principales para los que se aplica la ingeniería a la inversa son:

- Investigar, analizar y comprender la tecnología utilizada por otras naciones o por otras empresas.
- Analizar los productos ya existentes para poder aplicarles alguna mejora
- Desarrollar productos que sean compatibles con otros productos, sin tener acceso a los detalles técnicos de estos últimos.

Es por ello que la Ingeniería a la Inversa, puede utilizarse en este Ciclo Formativo, como un método de aprendizaje, ya que ello implica analizar objetos, una vez que han sido escaneados, para comprender cada uno de sus componentes y sus funciones, para una vez aquí aplicar los conocimientos obtenidos para aplicar mejoras o corregir posibles errores detectados. En el caso de nuestra aplicación práctica lo que se va a hacer es centrar la atención en la geometría de un objeto y a partir de este la idea es volver a reproducirlo mediante la utilización del escaneo 3D y la impresión 3D.

6.4 Metodología

Dado que la adaptación de la unidad didáctica se está realizando dentro de un módulo de Formación profesional, es lógico pensar que se le quiere dar un enfoque eminentemente práctico, con los conceptos teóricos necesarios, pero dar una carga principal al trabajo práctico por parte de los alumnos dentro del aula o taller donde se vaya a trabajar.

La idea es trabajar con grupos reducidos de 2-3 alumnos lo más homogéneos posible en cuanto al nivel de los alumnos. La idea de trabajo a emplear consistirá en la realización de pequeños proyectos por grupo utilizando la metodología de la Ingeniería inversa, pero será diferente en el caso de los alumnos del módulo profesional de primer curso (Diseño de Productos Mecánicos) y los del módulo de segundo curso (Automatización de la Fabricación).

Lo que se quiere plantear a los alumnos de primero dado que es la primera vez que trabajan con ambas tecnologías es que escojan un elemento mecánico de los trabajados durante la asignatura y que puedan obtenerse en los talleres, como engranajes, elementos fabricados en taller etc, para proceder a su escaneado y reproducción en impresión 3D.

Por otro lado para los alumnos de segundo dado que ya han trabajado el curso anterior con las tecnologías y conocen su funcionamiento la idea es ir un paso más y colaborar en un proyecto sencillo para una empresa. Esto puede ser el diseño y fabricación de un calibre de control de medición o un útil para ensayo en laboratorio.

Esta metodología favorece el modelo de resolución de proyectos, ayudándoles a desarrollar las habilidades necesarias para su futuro profesional, ya que les tocará trabajar integrados en equipos de trabajo con un objetivo y finalidad común.

Se empleará por tanto la metodología conocida como **Aprendizaje Basado en Proyectos**, o tal y como la describe De Miguel, Mario (2006) es el método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante, planificación, diseño y realización de una serie de actividades y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos.

Con esto se quiere ver qué ventajas e inconvenientes tiene trabajar con esta metodología dentro de un aula. En cuanto a las **ventajas** de esta metodología podemos encontrar las siguientes:

- Los estudiantes aprenden a tomar sus propias decisiones y a actuar de forma independiente.
- Mejora la motivación para aprender porque se apoya en la experiencia y favorece el establecimiento de objetivos relacionados con la tarea.
- Permite aplicar los conocimientos, habilidades y aptitudes adquiridas a situaciones concretas, con la consiguiente mejora de las competencias correspondientes

- Favorece un aprendizaje integrador (aprendizaje de conocimientos, metodológicos, sociales y afectivos).
- Fortalece la confianza de los estudiantes en sí mismos.
- Fomenta formas de aprendizaje investigador.

Si hablamos ahora de las **desventajas** de esta metodología, tendríamos que nombrar las siguientes:

- Dificultad de actuar con estudiantes poco motivados o con experiencias negativas en su rendimiento académico.
- Dificultad de aplicar el método con estudiantes que carezcan de conocimientos y experiencias relacionadas con los contenidos sobre los que se desea aplicar el método.

Es por ello que la metodología del Aprendizaje basado en proyectos se considera la idónea para poner en práctica esta propuesta de intervención didáctica de incorporación de la Industria 4.0 en las aulas de Formación Profesional, dado que estos alumnos se encuentran a las puertas de comenzar su carrera profesional y las competencias necesarias para poder llevar a cabo esta actividad son muy similares a las que necesitarán en su futuro puesto de trabajo. Lógicamente se tendrá en cuenta siempre el tipo de alumnado al que va dirigido, a la hora de formar los grupos y poder asegurar que son lo más homogéneos posible en cuanto al nivel de los componentes y que van a funcionar a la hora de sacar el trabajo adelante.

6.5 Desarrollo de la actividad

Como se ha mencionado anteriormente la idea es plantear dentro de la Unidad Didáctica (CAD) de ambas asignaturas de Primer y Segundo Curso una actividad que requiera el uso de las tecnologías de la Industria 4.0 como son la impresión 3D y el escaneado 3D. Para evitar la saturación, sobretudo en el caso de la impresión 3D, la idea es trabajar con los alumnos de segundo durante el Segundo Trimestre, antes de su incorporación a las prácticas en empresa y con los alumnos de primer curso durante el tercer trimestre, una vez tenga suficiente dominio con el software 3D, que en este caso será Solid Edge.

6.5.1 Actividad práctica para Primer Curso

Esta actividad estará encuadrada dentro de la Unidad didáctica CAD del módulo profesional Diseño de productos Mecánicos. El módulo cuenta con 9 horas semanales de clase, de las cuales 3 se dejan para la unidad didáctica de CAD, donde se trabaja con el software 3D Solid Edge y que se prolonga a lo largo del curso. La idea es incorporar esta actividad con tecnologías de la Industria 4.0 en el último trimestre, para evitar la saturación de los elementos y no solaparlo con los alumnos de segundo curso, que trabajarían con estas tecnologías durante el segundo trimestre y su duración será de 5 semanas con un total de 15 horas. A continuación se expone la planificación pensada para el desarrollo de la actividad:

CALENDARIO	ACTIVIDAD	TIEMPO	QUIÉN	
			Profesor	Alumnos
Semana 1	TEORÍA	3 h	X	
Semana 2	TEORÍA	1 h	X	
	TRABAJO PRÁCTICO	2 h	X	X
Semana 3	TRABAJO PRÁCTICO	3 h		X
Semana 4	TRABAJO PRÁCTICO	3 h	X	X
Semana 5	TRABAJO PRÁCTICO	3 h		X

Tabla 1. Planificación actividad Industria 4.0 en Primer Curso

A continuación se detalla el trabajo a realizar cada semana

❖ **Semana 1**

Esta primera semana de trabajo se comenzará con la explicación a los alumnos de la nueva actividad a realizar, así como de la metodología que se quiere llevar a cabo. Los alumnos serán informados de la planificación a seguir en las siguientes semanas para que sepan en todo momento en qué punto del trabajo se encuentran y poder garantizar terminar todos a tiempo. Por otro lado se formarán también los grupos de trabajo que se pedirán que no sean más de 3 componentes.

Una vez explicada la actividad de trabajo el resto del tiempo de la semana se dedicará a introducir a los alumnos en el mundo de la industria 4.0 y se comenzará con las explicaciones de los contenidos teóricos tanto de la impresora 3D como del escáner 3D.

En paralelo se les mostrará el funcionamiento de ambos elementos y algún ejemplo realizado por el profesor. El objetivo es que los alumnos puedan captar la esencia del trabajo y puedan pensar en el elemento con el que quieren trabajar.

❖ **Semana 2**

Esta segunda semana de trabajo se comenzará con la finalización de los conceptos teóricos que queden pendientes y se pedirá que los grupos tengan disponibles los elementos elegidos para trabajar sobre ellos.

Posteriormente se irá con los alumnos a un aula destinada al escáner 3D, pues es un aparato delicado y necesita unas condiciones de luz determinadas. Por ello antes de empezar a trabajar con él, se recordarán los puntos principales de funcionamiento del aparato como calibración, interfaz ordenador-escáner, toma de imágenes, etc.

Una vez realizado esto se comienza con el escaneo de los objetos siguiendo los pasos y normas marcados por el profesor y se comienza con la toma de datos y nube de puntos del objeto. El alumno en base a sus conocimientos de diseño gráfico, estructuras, dibujo técnico... tendrá que ir adaptando la adquisición de puntos para obtener la geometría lo más completa posible e ir fijándose en aquellas formas que le serán más difíciles de definir posteriormente en el 3D.

A continuación se resumen en imágenes los principales pasos para llevar a cabo el escaneado 3D, se toma como ejemplo el escaneado de un ratón de ordenador:

1. CONEXIÓN DEL ESCANER AL EQUIPO



2. CALIBRACIÓN DEL ESCANER



3. TOMA DE DATOS (nube de puntos)



Figura 9. Pasos para la realización del escaneado 3D

❖ Semana 3

Dado que es muy probable que en la semana anterior no se hayan completado todos los escaneos de todos los grupos, se dejará una hora más para terminar con el escáner 3D los grupos que falten o aquellos que comprueben que su escaneado no haya sido todo lo completo como para poder montar la imagen en el software del escáner.

Como se ha mencionado en el párrafo anterior, una vez que todos los alumnos hayan completado la adquisición de los datos, se pretende que en el siguiente paso puedan aplicar los conocimientos adquiridos durante la unidad didáctica sobre diseño gráfico 3D, pues deberán trabajar con el software específico del escáner que deberá estar instalado en los equipos de trabajo para montar el objeto con la nube de puntos adquirida del escaneo.

Durante este proceso los alumnos podrán ayudarse del profesor o de otros compañeros si hay dudas sobre cómo usar algunos comandos del software del escáner. De modo que cuando los alumnos consideren que tienen

la pieza limpia de imperfecciones o interferencias adquiridas de la nube de puntos, el paso siguiente será traspasar la pieza al software de diseño 3D con el que trabajan normalmente (Solid Edge), para ello será necesario exportar el archivo en formato .STL.

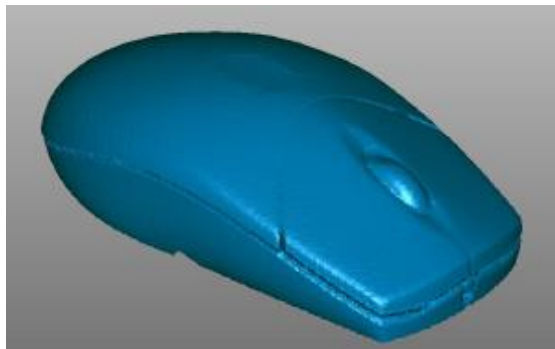


Figura 10. Sólido STL obtenido

❖ **Semana 4**

En esta cuarta semana de trabajo la idea es que los alumnos una vez tienen convertido el archivo en el formato habitual de trabajo, como ya tienen las nociones previas de trabajo en Solid Edge, lo puedan terminar de ajustar o retocar si hubiera alguna pequeña parte incompleta y con ello llegar a la figura definitiva.

Una vez se dispone de la figura definitiva, el objetivo de esta semana es comenzar con el proceso de preparación e impresión 3D de la pieza. Por ello es importante hacer un recordatorio a los alumnos del funcionamiento de la impresora disponible en el centro, así como factores importantes a la hora de la impresión como, temperatura exterior y cama caliente, velocidades y aceleraciones de los ejes de la máquina, material a utilizar, etc. previamente explicado al inicio de la actividad.

Es importante señalar que el programa Solid Edge ya cuenta con una opción para poder operar directamente sobre una impresora 3D, por lo que no será necesario exportar a ningún otro programa el archivo para poder realizar la impresión.

Por ello el profesor dará soporte en esta fase para la elección correcta de los parámetros de impresión en función de la pieza elegida por los alumnos.

Dado que el proceso de impresión es lento, se lanzarán a imprimir varios de los prototipos durante esta clase y el profesor se preocupará de lanzar algún otro para poder llegar a tiempo a completar todos de acuerdo a la planificación.

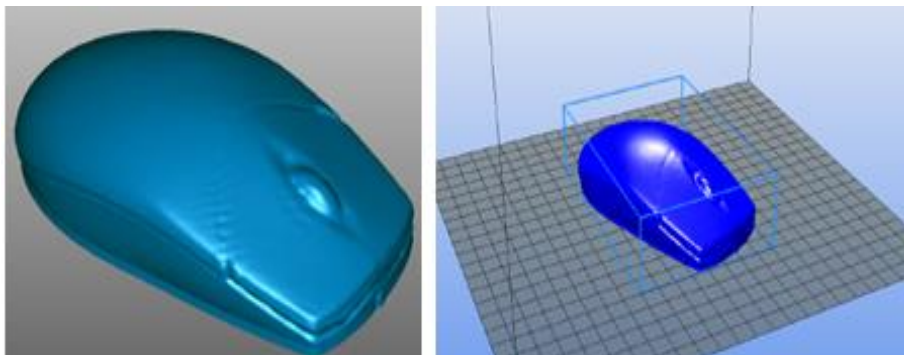


Figura 11. Sólido final y pieza ubicada para impresión 3D

❖ Semana 5

Esta última semana de trabajo se dedicará para terminar de completar las piezas que falten de los grupos que hayan ido más lentos y si hubiera tiempo volver a imprimir alguna pieza en la que hubiera surgido cualquier error.

Por último se utilizará el resto del tiempo para evaluar el resultado final con los alumnos comparando pieza real con resultado, compartir impresiones y analizar en qué puntos del trabajo han podido encontrar más problemas para resolver dudas y afianzar algún concepto que no haya podido quedar claro entre los alumnos.



Figura 12. Detalle impresión y comparativa pieza real con prototipo 3D

6.5.2 Actividad práctica para Segundo Curso

Al igual que la anterior, esta actividad estará encuadrada dentro de la Unidad didáctica CAD, pero en este caso dentro del módulo profesional Automatización de la Fabricación. El módulo cuenta con 10 horas semanales

de clase, de las cuales 4 se dejan para la unidad didáctica de CAD, donde también se trabaja con el software 3D Solid Edge y que se prolonga a lo largo del curso. En este caso dado que hablamos de alumnos de segundo que han tratado en el curso anterior con las tecnologías de la Industria 4.0 el objetivo es aprovechar la últimas 5 semanas del segundo trimestre antes de su incorporación a las prácticas en empresa para realizar un proyecto para una empresa lo más realista posible, teniendo en cuenta plazos y con la mayor independencia de trabajo posible con respecto a consultas al profesor. A continuación se expone la planificación pensada para el desarrollo de la actividad:

CALENDARIO	ACTIVIDAD	TIEMPO	QUIÉN	
			Profesor	Alumnos
Semana 1	TEORÍA	2 h	X	
	TRABAJO PRÁCTICO	2 h	X	X
Semana 2	TRABAJO PRÁCTICO	2 h		X
Semana 3	TRABAJO PRÁCTICO	3 h	X	X
Semana 4	TRABAJO PRÁCTICO	3 h		X
Semana 5	TRABAJO PRÁCTICO	3 h		X

Tabla 2. Planificación actividad Industria 4.0 en Segundo Curso

A continuación se detalla el trabajo a realizar cada semana

❖ Semana 1

Esta primera semana de trabajo se comenzará con la explicación del trabajo a realizar. Principalmente consistirá en hacer un trabajo en colaboración con una empresa de la región a la que se intentará visitar con los alumnos con anterioridad para conocer el proceso y a lo que se enfrentan, y la cual ha solicitado el diseño de unos útiles de control sencillos para las piezas que fabrican para el sector de automoción. Se informará del plazo que ha marcado la empresa y la metodología que se quiere que sigan, similar a la realizada durante el primer curso.

Una vez explicada la actividad de trabajo antes de comenzar con el trabajo se hará un pequeño recordatorio de los conceptos más importantes sobre los elementos a utilizar y su funcionamiento.

Posteriormente se les mostrará las piezas cedidas por la empresa, muy básicas y cada grupo de alumnos elegirá una de ellas para comenzar con el trabajo.

❖ **Semana 2**

Esta segunda semana de trabajo los alumnos comenzarán en el aula destinada al escáner 3D, donde se volverán a recordar las normas de uso de éste y podrán comenzar con el escaneo de las piezas elegidas. El objetivo es poder conseguir una nube de puntos lo más aproximada posible para luego poder diseñar un elemento de control para la pieza escaneada.



Figura 13. Obtención de la pieza después del escaneado 3D

❖ **Semana 3**

Esta semana se deberá utilizar para terminar los escaneos que falten por completar y terminar de montar la pieza en el software del escáner con la nube de puntos obtenida, y pasar la pieza al formato .STL para poder trabajar con ella en el software de diseño 3D (solid Edge).

A partir de aquí, los grupos deberán comenzar con el proceso de diseño del útil de control sobre la pieza escaneada. Lógicamente el profesor habrá mostrado previamente ejemplos y podrá guiar a los alumnos en el concepto del útil.



Figura 14. Diseño útil de control

❖ **Semana 4**

En la cuarta semana se deberá concluir el diseño del útil de control de la pieza para poder comenzar con la preparación y organización de la impresión 3D de los útiles. Como pasa con el primer curso, al ser un proceso lento, el profesor se encargará de ir avanzando las impresiones 3D de los útiles de control durante la semana para poder llegar al final del plazo con todos los útiles terminados.

❖ **Semana 5**

En esta última semana de trabajo se finalizará las impresiones de los útiles de control y se llevará a cabo su prueba con las piezas físicas reales, para visualizar el resultado del trabajo y del diseño.

La idea es que los alumnos puedan comprobar el resultado real del trabajo y verifiquen ellos mismos, posibles errores de diseño o de concepción o incluso mejoras posibles y que de este modo pueda tener una experiencia real de lo que supone un trabajo de este tipo.

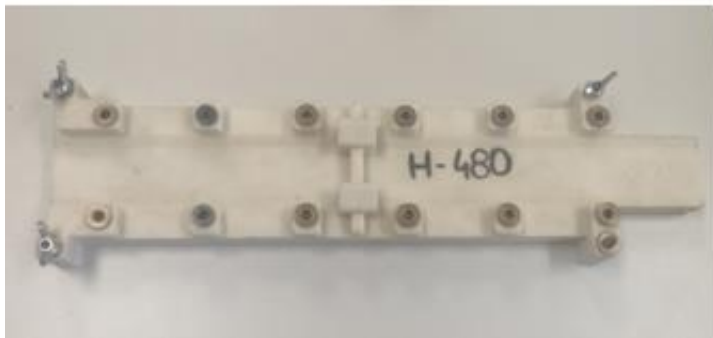


Figura 15. Foto útil completado

6.6 Recursos y materiales necesarios

Hay que tener en cuenta que los recursos necesarios para estas actividades están limitados en el sentido de que no es posible disponer de un escáner 3D o impresora 3D por grupo por ello es importante la gestión de los tiempos y que los alumnos sean plenamente conscientes de que deben hacerse con cuidado para evitar dañarlos ya que son limitados. Por ello los recursos y materiales necesarios para llevar a cabo esta actividad serán:

- Escáner 3D y software específico: en este caso, no se pone ni cantidad ni ninguna marca específica. Se dejaría a la elección del centro en función de presupuesto y capacidad para asumir esta inversión. En el mercado hay muchos tipos y a precios muy razonables
- Impresora 3D: al igual que sucede con el escáner 3D se dejaría a la elección del centro. Lógicamente cuanto más recursos, menos problemas de saturación y distribución del tiempo
- Aula convencional para escáner 3D: dentro las instalaciones del centro de elegirá la mejor aula en cuanto a condiciones para poder realizar los escaneos.
- Aula informática: dotada con ordenadores para el profesor y alumnos, con los diferentes programas instalados y donde se puedan llevar a cabo las explicaciones.

- Aula -taller: únicamente en el caso de que la impresora 3D no tuviera espacio para instalarse en el aula informática
- Software: en este caso se necesitaría disponer de los softwares tanto el específico del escáner 3D como del software de diseño 3D, en este caso Solid Edge para poder trabajar en las piezas y la posterior impresión 3D de éstas.
- Materiales de impresión 3D: ABS, PLA o Nylon entre otros. A elegir en función de los prototipos a realizar.

6.7 Criterios de evaluación

Al tratarse de una actividad práctica dentro de la unidad didáctica en un primer momento no se pedirá a los alumnos realizar una memoria sobre el trabajo, los criterios de evaluación irán centrados en otros puntos y serán similares en el caso de los alumnos de primero y segundo

- Realización correcta del escaneado de la pieza teniendo en cuenta los parámetros fundamentales y el trabajo de forma adecuada con las imágenes obtenidas
- Trabajo correcto con el software de diseño 3D para la elaboración final de la pieza o el diseño del útil de control.
- Impresión correcta del prototipo, teniendo en cuenta los parámetros de impresión y el material a utilizar.

Aunque el principal instrumento de evaluación será el propio resultado final de la actividad, para poder evaluar todos estos puntos se utilizarán los siguientes instrumentos de evaluación:

- Entrega por parte de los alumnos de archivo resultante del escaneado 3D (.STL)
- Entrega por parte de los alumnos del archivo definitivo con la pieza preparada para imprimir y los parámetros elegidos.

- Entrega del prototipo 3D y la pieza original para estudiar el resultado final
- En paralelo el profesor evaluará aspectos como el trabajo en equipo, colaboración con los compañeros y originalidad del diseño en el caso de los alumnos de segundo

Por lo tanto la calificación final de la actividad vendrá dada en un 85% por la ejecución del trabajo y un 15% por la capacidad del alumno a trabajar en equipo y el comportamiento en aula.

6.8 Posibles vías para trabajos futuros

Lo que se quiere lograr con este trabajo es que la incorporación de esta actividad, pueda sentar un precedente que sirva para lograr incorporar estos contenidos dentro de los currículos de la Formación profesional y abrir un abanico enorme de posibilidades de trabajo con las tecnologías de la Industria 4.0. Por ello otras posibles vías de trabajo futuro pueden ser:

- Crear una Unidad Didáctica exclusiva para el trabajo con las tecnologías o elementos de la Industria 4.0
- Realizar proyectos en grupo que engloben a todos los alumnos de un aula, en el que cada pequeño grupo se ocupe de una parte específica de un todo para luego unirlos todas juntas.
- Realizar proyectos interdisciplinares que engloben otros módulos profesionales o incluso otros ciclos Formativos
- Generar redes de colaboración con empresas en las que los alumnos puedan trabajar en proyectos solicitados por estas empresas
- Englobar el trabajo dentro de proyectos de colaboración con otros centros de formación profesional nacionales o europeos

7. DISCUSIÓN

A la hora de hablar del plan de viabilidad para poder llevar a cabo este trabajo es importante mencionar que la idea con la que ha sido realizado en todo momento, es que pueda ser una actividad práctica totalmente realizable y factible en un instituto de Formación Profesional por varios motivos.

Respecto a la inversión económica necesaria, aunque es cierto que a día de hoy todavía hay centros que no cuentan ni con impresoras 3D y mucho menos con escáner 3D, este punto no debe suponer un gran problema ya que en la actualidad lo costes de una impresora 3D de sobremesa es muy asumible por los centros educativos al igual que el precio de muchos escáner 3D.

Centrándonos ahora en la programación y ejecución de la actividad, del mismo modo, al tratarse de una iniciación al mundo de la Industria 4.0 se ha querido que su realización no lleve un tiempo excesivo y que no pueda interferir en el desarrollo normal del resto de la unidad didáctica y por consiguiente de los contenidos que aparecen dentro de currículo de los diferentes módulos profesionales. Por ello está pensado para que su realización sea totalmente viable y no suponga un gran esfuerzo extra para el profesor, tanto a nivel de trabajo extra como prolongado en el tiempo.

Por lo que esta aplicación práctica de incorporación de las tecnologías de la Industria 4.0 y de acuerdo a lo expresado por Marc Torras (2015) presenta los siguientes beneficios y ventajas a nivel de la educación:

- Fomenta la creatividad y capacidad de resolver problemas: el hecho de trabajar con tecnologías en 3 dimensiones favorece que los estudiantes tenga una nueva perspectiva para plantear, desarrollar y mejorar proyectos o restos, lo que hace que puedan mejorar aspectos como la creatividad y la resolución de problemas.
- Generan más participación: los escáneres 3D y las impresoras 3D ayuda a que el aprendizaje sea más divertido y participativo. Además el trabajo con estas tecnologías favorece el trabajo colaborativo entre alumnos.
- Captan el interés de los estudiantes: ambas tecnologías hacen que el aprendizaje se lleve a cabo a través de la práctica real y además otorgan la posibilidad de estudiar el resultado real del trabajo realizado. Todo esto genera un mayor interés y motivación en los alumnos.

- Facilitan la tarea del docente: el hecho de poder convertir en realidad numerosas explicaciones o resultados de una explicación, hace que para los docentes estas tecnologías se conviertan en aliadas a la hora de mantener la concentración y motivación de los alumnos.
- Promueven las colaboración entre diferentes materias y departamentos: como ya se ha mencionado en este trabajo la inclusión de la industria 4.0 facilita el desarrollo de actividades interdisciplinarias con todo lo que ello implica a nivel del fomento de trabajo en equipo y la colaboración entre diferentes materias y especialidades.

A parte de los beneficios mencionados es importante incluir, que se acerca a los alumnos una serie de tecnologías que van a representar el presente y el futuro tanto de su vida personal como profesional y que les servirá para asentar en ellos unas bases de conocimiento para su manejo fuera del ámbito escolar.

Lógicamente también aparecen una serie de obstáculos que pueden dificultar la puesta en práctica de este tipo de actividades. En primer lugar podemos encontrar en aspecto económico, pero como ya hemos visto no tiene por qué ser un punto bloqueante al no ser una inversión grande la que hace falta para incorporar los recursos necesarios.

Otro obstáculo muy importante reside en los propios docentes, pues el desconocimiento en el manejo de estas tecnologías puede ser un freno a la hora de implantarlas, de ahí la necesidad de generar unos programas de formación para los docentes y poder expresar todas las ventajas que ofrecen estas nuevas tecnologías en las aulas.

Por último y no menos importante sería la ausencia de la industria 4.0 en los currículos de los ciclos formativos de Formación Profesional. Este punto puede generar reticencias en los centros a la hora de querer aplicar actividades con contenidos que no estén marcados dentro de los currículos oficiales y por ello deben ser las instituciones las que se mentalicen de la importancia de estas tecnologías y empiecen a incluir estos contenidos de la Industria 4.0 en los currículos oficiales.

8. CONCLUSIONES

Es evidente decir que la sociedad del presente y del futuro va a estar marcada por el uso y la influencia de las nuevas tecnologías. Como se ha podido ver reflejado a lo largo del trabajo, éste último avance tecnológico viene marcado por las tecnologías de la Industria 4.0, por ello es imprescindible que la educación se ponga en línea con la realidad industrial y social y adapte los currículos en esta dirección para evitar dejar a nuestros alumnos sin una formación que sin duda van a necesitar en su futura vida laboral.

No cabe duda que las últimas Leyes de Educación otorgan a las TIC un papel cada vez más importante, lo que obliga también a los docentes a buscar metodologías de enseñanzas innovadoras y adaptadas a los nuevos tiempos. Por ello dado que las nuevas tecnologías son muy abundantes y muy variadas es importante elegir de cara a la formación de nuestros alumnos aquellas que tienen mayores similitudes de ejecución y que sobretudo estén más extendidas a nivel de uso en el mundo industrial y a nivel social. Con ello tener claro el objetivo final que es aportar a los alumnos unos conocimientos básicos que después les ayudarán a desenvolverse con menos dificultades en su vida laboral y personal.

Con esto y tal y como se ha demostrado a lo largo del trabajo, existe un vacío en nuestra educación y los currículos, acerca de la introducción de las tecnologías de la Industria 4.0. Como se ha podido ver durante la justificación de este trabajo, la industria actual está denunciando un vacío de profesionales formados en Industria 4.0, lo que nos obliga como docentes a cubrir y cambiar esta situación para dirigir a nuestros alumnos en la dirección de los contenidos y conocimientos que demanda nuestra industria.

A parte del vacío en los currículos y denunciado por la Industria, durante el desarrollo de las prácticas en instituto, uno de los puntos que se observaron que necesitaban una mejora, era la motivación de los alumnos. El hecho de incorporar las tecnologías de la Industria 4.0 a las aulas, permite la aplicación de metodologías innovadoras para el aprendizaje y sobretudo mediante la utilización de trabajos o proyectos reales, que permiten a los alumnos comprobar la utilidad real de su aprendizaje y con ello aumentar su motivación y buena disponibilidad para el desarrollo de las clases.

Las propuestas prácticas planteadas en este trabajo mediante la utilización del escáner 3D y la impresora 3D son sólo un ejemplo de las múltiples posibilidades que ofrece la Industria 4.0. Éstas son ya tecnologías del presente en el mundo industrial con lo cual su aplicación resulta idónea en estos momentos en el mundo de la educación para poder lograr dotar a los alumnos de conocimientos muy demandados. Retrasar su incorporación a los currículos puede ser sinónimo de fracaso a la hora de la incorporación al mundo laboral de nuestros alumnos.

El hecho de elegir las tecnologías del escáner 3D y la impresora 3D es debido a que se tratan de herramientas totalmente educativas y de una aplicación muy sencilla en el aula, como se ha podido mostrar en el trabajo y que puede ser extensible su incorporación tanto en E.S.O. como Bachillerato.

Otro punto muy positivo que se consigue con la incorporación de la Industria 4.0 como se ha visto, es que se potencia el trabajo en equipo y el aprendizaje por indagación, pues los alumnos deberán enfrentarse a dudas que tendrán que ir resolviendo en equipo tal y como sucederá en la vida laboral. En este caso el docente quedará únicamente como guía y como potenciador del protagonismo de los alumnos a la hora del desarrollo del trabajo.

Por último y a modo de reflexión final, me gustaría recoger las mismas cuestiones que plantea I. Villasol (2019) acerca de si las instituciones educativas y en particular los docentes estaríamos preparados para:

- Potenciar la inclusión de las nuevas metodologías de aprendizaje-enseñanza promovidas por los cambios generados por la Industria (y educación) 4.0.
- Organizar la acción docente en áreas multidisciplinares donde se trabaje en proyectos y con equipos cooperando y colaborando al unísono.

Por ello es importante abrir el aula y el sistema educativo a otros contextos, entornos, tecnologías, integrando conocimientos, metodologías y herramientas para construir nuevos conocimientos orientados y supervisados por el docente, en propuestas integradoras y de calidad.

9. REFERENCIAS

- Alguacil, C. M. (2018). METODOLOGÍA DE TRABAJO CONJUNTO DE ESCANEADO E IMPRESIÓN 3D (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID).
- Amilibia Munarriz, D. (2016). Unidad Didáctica: Ingeniería inversa en formación profesional. Escaneado 3D, prototipado rápido, programación CAM y fabricación de pieza mecánica.
- Ariztondo-Gorrotxategi, I. (2015). Análisis crítico del empleo de impresoras 3D en centros de Formación Profesional de Guipúzcoa (Master's thesis).
- ASPROMECE (2019). La Industria 4.0 y sus orígenes
<https://aspromec.org/la-industria-4-0-y-sus-origenes/>
- ASPROMECE (2020). La resistencia al cambio y falta de formación, principales frenos para la transformación digital.
<https://aspromec.org/la-resistencia-al-cambio-y-falta-de-formacion-principales-frenos-para-la-transformacion-digital/>
- Díaz, R. B., Francolí, J. F., & Martínez, C. P. (2017). La industria 4.0: el estado de la cuestión. *Economía industrial*, (406), 151-164.
- García-Retamero J. (2010) Revista digital para profesionales de la enseñanza Nº 11 – Noviembre 2013
<https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7620.pdf>
- Grupo MCR (2018). <http://www.mcr.es/>. Obtenido de <https://www.mcr.es/el-mantenimiento-predictivo-en-la-industria-4-0/>.
- Homero Fuente, L. (2003). Modelo Informático de universalización. Cuba: Editorial Santiago.
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado (2018). <http://www.ite.educacion.es/>. Obtenido de <http://www.ite.educacion.es/eu/escuela-20>
- Johnson, D.W., Johnson, R.T., & Holubec, E.J. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Buenos Aires: Paidós.
- LUPEON (2019). Industria 4.0 para LUPEON. La impresión 3D como Herramienta Fundamental en la Cuarta Revolución Industrial
<http://lupeon.com/2019/03/industria-4-0-para-luepon-la-impresion-3d-como-herramienta-fundamental-en-la-cuarta-revolucion-industrial/>
- Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. De Miguel, Mario 2006

- Mundo Digital. (sin fecha). Los beneficios de las impresoras 3D en la enseñanza.
<http://www.mundodigital.net/los-beneficios-de-las-impresoras-3d-en-la-enseñanza/>
- Núñez J. (2017). Propuesta de Unidad Didáctica en Tecnología de 4º Curso de E.S.O.: Impresión 3D. Universidad Internacional de La Rioja.
- Orden 2/2011. Consejería de Educación, Cultura y Deporte de La Rioja. Estructura básica del currículo del ciclo Formativo de Técnico Superior en Diseño en Fabricación Mecánica
- Pinedo Jara, E. C. (2017). La calidad del servicio y satisfacción del estudiante dentro de la aplicación de las buenas prácticas del sistema de formación profesional en el Centro Técnico Productiva–CETPRO–Daniel Villar de Caraz, 2017.
- Ranz R. (2016). La revolución digital. El impacto de la Industria 4.0 en el empleo y la educación.
<https://robertoranz.com/2016/06/06/la-revolucion-digital-el-impacto-de-la-industria-4-0-en-el-empleo-y-la-educacion/>
- Ranz R. (2016). La industria 4.0 necesita Talento 4.0: seis retos y un ejemplo
<https://robertoranz.com/2016/05/27/la-industria-4-0-necesita-talento-4-0-seis-retos-y-un-ejemplo/>
- Ranz R. (2016). Una educación 4.0 para el fomento del talento 4.0.
<https://robertoranz.com/2016/05/30/una-educacion-4-0-para-el-fomento-del-talento-4-0/>
- Romero L.A., Velázquez L.M., (2017). Detección de falla de rodamiento en una cadena cinemática vía emisión acústica. Pistas Educativas Vol. 39
- Slavin, R. E. (1980). Cooperative learning. Review of educational research, 50(2), 315-342.
- Tecnología. Impresoras 3D.
[http://www.areatecnologia.com/informatica\(impresoras-3d.html](http://www.areatecnologia.com/informatica(impresoras-3d.html)
- Tremosa L. (2017) Industria 4.0 y nuevas necesidades de formación profesional. InfoPLC
<http://www.infoplac.net/plus-plus/tecnologia/tendencias/item/104015-industria-4-0-nuevas-necesidades-formacion-profesional>
- Villasol, I. (2019). Caja de herramientas 4.0 para el docente en la era de la evaluación por competencias. Innovación educativa (México, DF), 19(80), 93-112.